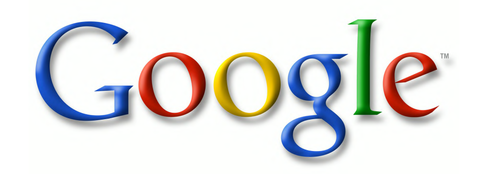
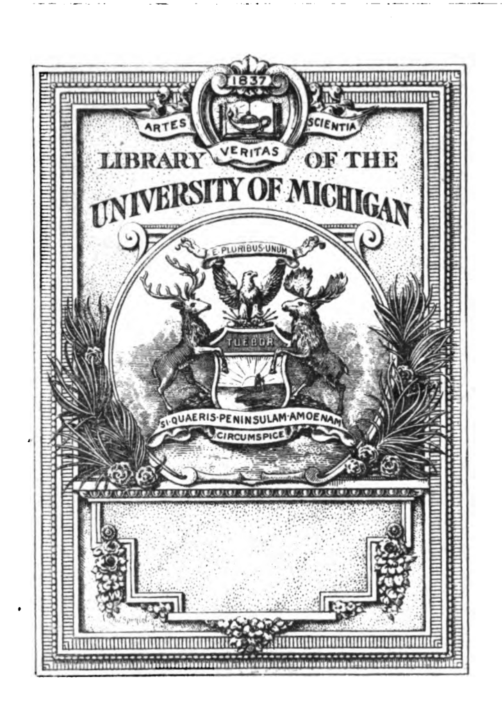
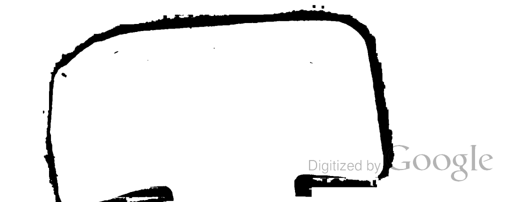



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME VI.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME SIXIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue de Sorbonne, n° 3, près celle des Mathurins.

1817.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

EXPÉRIENCES

Sur les Combinaisons du soufre avec les alcalis, et particulièrement avec la potasse, pour savoir en quel état se trouve l'alcali dans la combinaison.

PAR M. VAUQUELIN.

En entreprenant ce travail, je m'étais proposé de résoudre une question qui, au premier coup-d'œil, paraît fort simple, mais qui devient très-difficile lorsqu'on arrive à la preuve matérielle. Cette question est de savoir en quel état se trouvent les alcalis et les terres dans leurs combinaisons avec le soufre.

Les chimistes n'ont pu se proposer ce problême que depuis qu'ils savent que ces corps sont des oxides métalliques; et comme les oxides métalliques anciennement connus perdent leur oxigène au moment où ils s'unissent

avec le soufre à l'aide de la chaleur, il leur est permis de penser avec quelque raison qu'il peut en être de même à l'égard des alcalis et des terres. A la vérité, l'on peut soupçonner que la grande affinité qui lie ces métaux à l'oxigène doit s'opposer à leur séparation; mais ce soupçon paraît s'affaiblir beaucoup lorsqu'on voit que les oxides de manganèse et de fer, métaux auxquels on ne refusera pas une grande affinité pour l'oxigène, puisque l'un d'eux, au moins, décompose les alcalis, sont décomposés par le soufre et convertis en sulfures simples.

M. Berthollet, dans un très-beau travail sur les sulfures, a démontré la présence de l'acide sulfurique dans la dissolution de ces matières par l'eau; mais, à cette époque, on n'avait pas d'autre manière d'en expliquer la formation qu'en admettant la décomposition de l'eau; ce qui satisfaisait à tous les faits alors connus.

Cependant M. Berthollet rapporte lui-même une expérience dans laquelle il est plus difficile de comprendre la formation de l'acide sulfurique qu'il y a trouvé : c'est celle où il a dissous un sulfure dans l'alcool parfaitement déphlegmé : il a eu recours alors à la décomposition de l'esprit-de-vin lui-même.

Au reste, lorsque nous aurons exposé les expériences contenues dans ce Mémoire, et les résultats auxquels elles ont donné lieu, l'on verra, après les avoir comparés, à laquelle des hypothèses l'on devra donner la préférence; mais, en supposant que celle que j'adopte ne fût pas véritable, je ne croirais pas encore avoir entièrement perdu mon temps en me livrant à ces recherches.

Expérience 1re. Huit grammes de carbonate de potasse cristallisé furent mêlés avec deux grammes de sou-

tre pur, et introduits dans une cornue adaptée à un appareil pneumato-chimique ; le mélange, chauffé par degrés, fournit, 1° de l'eau ; 2° un gaz composé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré ; 3° du sulfure de potasse ayant une couleur rouge-brune. Cette matière, mise dans un flacon avec de l'eau privée d'air par l'ébullition, s'est dissoute en totalité ; ce qui prouve qu'elle ne contenait pas d'excès de soufre. De l'acide acétique concentré, versé dans cette solution, en a dégagé un gaz composé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré : cet effet prouve qu'il y avait pour la composition du sulfure un excès de carbonate de potasse ; car, sans cela, il ne se serait pas développé d'acide carbonique.

La liqueur, éclaircie et mêlée avec une dissolution de muriate de baryte, forma un précipité assez abondant ; mais je ne pus rien conclure de ce phénomène, parce que je m'aperçus après que mon carbonate de potasse contenait un peu de sulfate.

Expérience 2ᵉ. Je recommençai l'opération avec du carbonate de potasse purifié, et comme je présumais que le gaz hydrogène sulfuré produit dans l'opération précédente avait pour cause la présence de l'eau dans le sel employé, je fis sécher celui-ci au rouge, et le mêlai promptement avec la moitié de son poids de soufre, c'est-à-dire, quatre grammes.

Le mélange, soumis au feu, fournit les mêmes produits que le premier, savoir, un gaz formé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré. Ce résultat me surprit d'autant plus que je croyais mon mélange entièrement privé d'humidité.

Le sulfure retiré de la cornue fut sur-le-champ dissous

dans de l'eau privée d'air ; sa dissolution, décomposée par l'acide acétique, fournit beaucoup d'hydrogène sulfuré et un peu d'acide carbonique. Aussitôt que le soufre fut séparé par le filtre, je mis du nitrate de baryte dans la liqueur, qui fut abondamment troublée ; le dépôt qu'elle forma n'étant soluble dans aucun acide, j'en conclus que c'était du sulfate de baryte, et qu'il y avait eu du soufre de brûlé ; car le carbonate de potasse employé pour cette opération ne contenait pas un atome d'acide sulfurique.

Ainsi, il paraîtrait qu'au moment où le sulfure de potasse se dissout dans l'eau, une portion de celle-ci serait décomposée, et qu'il se formerait de l'acide sulfurique et de l'acide hydro-sulfurique, qui se combinent tous deux à la potasse. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que les deux composés dont nous venons de parler saturent autant d'alcali que le soufre qui leur a donné naissance : sans cela il y aurait du soufre de précipité, ou de l'alcali mis à nu.

Expérience 3e. Quoique l'alcali qui avait servi à faire cette seconde opération eût éprouvé une chaleur rouge continuée pendant au moins vingt minutes, la quantité encore assez notable d'hydrogène sulfuré qui s'est dégagée pendant la combinaison du soufre avec la potasse, faisant soupçonner qu'il y restait encore de l'humidité, on a recommencé une troisième fois l'opération avec huit parties de sous-carbonate de potasse chauffé jusqu'à la fusion, et qu'ensuite on a pulvérisé promptement dans un mortier chaud avec six parties de soufre ; le mélange étant fait avec les mêmes précautions, il a été introduit dans une cornue et chauffé jusqu'à ce qu'il ne

ne soit plus dégagé de gaz. Il s'est encore produit ici de l'hydrogène sulfuré, mais moins que dans les deux premières opérations; ce qui porterait à penser que ce phénomène est dû, au moins pour la plus grande partie, à la présence de l'eau dans l'alcali, dont une chaleur rouge long-temps continuée n'aurait pu le débarrasser complètement.

Quoiqu'on eût employé cette fois une plus grande quantité de soufre, il ne s'en est volatilisé que fort peu (30 centigr.), et le sulfure s'est entièrement dissous dans l'eau : cela prouve que la potasse pure peut dissoudre une quantité de soufre au moins égale à la sienne.

L'hydrogène sulfuré qui se dégage de la dissolution d'un sulfure lorsqu'il est décomposé par un acide, est-il entièrement formé dans la liqueur, ou s'en forme-t-il au moment de la décomposition par l'acide?

Pour résoudre cette question, j'ai fait l'expérience suivante : une dissolution de sulfure de potasse ayant été divisée en deux parties égales, j'ai versé dans l'une du nitrate de baryte jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de précipité, et j'ai décomposé l'autre par l'acide acétique; et après en avoir séparé le soufre, j'ai précipité la liqueur éclaircie, au moyen du nitrate de baryte : les quantités des précipités obtenus dans ces deux cas étaient entr'elles comme 23 à 24, c'est-à-dire que la portion de sulfure décomposé par le vinaigre a donné 23, et l'autre 24; mais cette petite différence tient peut-être à une différence dans la dessiccation des produits. M. Berthollet, qui, dans son Mémoire *sur les hydrosulfures*, s'était déjà fait cette question, fut conduit à la même conclusion, savoir : qu'il ne se forme point d'acide sul-

furique au moment où l'on décompose une dissolution de sulfure alcalin par un acide.

Expérience 4e. J'ai fait aussi une expérience avec la potasse caustique et le soufre, dans les mêmes proportions que ci-dessus, et j'ai obtenu beaucoup plus de gaz hydrogène sulfuré qu'avec le carbonate désséché; ce qui confirme de plus en plus dans l'opinion que c'est l'eau qui donne naissance à ce corps, puisqu'il est impossible de priver la potasse d'eau, même par la chaleur la plus forte : la dissolution du sulfure, précipitée par le nitrate de baryte, a donné 4gr,20 de sulfate de baryte.

Expérience 5e. Une expérience faite avec la baryte nouvellement préparée et le soufre a donné le même résultat, et le sulfure qui en est provenu a formé beaucoup de sulfate de baryte lorsqu'on l'a dissous dans l'eau. Ici, il faut que l'eau vienne de l'air où la baryte a été exposée pendant qu'on l'a pulvérisée; car il est difficile de croire que cet alcali en retienne quelques traces, malgré la force du feu auquel il a été soumis.

Expérience 6e. Dans une opération où nous avions employé 10 grammes de sous-carbonate de potasse et 8 grammes de soufre, nous avons obtenu un sulfure qui, dissous dans l'eau, a fourni, au moyen du muriate de baryte, 4 grammes 72 centièmes de sulfate de baryte. Dans une autre opération, nous n'avons obtenu que 4 grammes 28 centièmes de sulfate de baryte; mais nous calculerons d'après la première, ayant des raisons de la croire plus exacte. Or, dans 4 grammes 72 centièmes de sulfate de baryte, il y a 1 gramme 61 centièmes d'acide sulfurique réel; et dans celui-ci l'on trouve, d'après les

dernières analyses, 0,930 grammes d'oxigène et 0,680 de soufre. Si cet oxigène provient de l'eau, comme on le croit, il a laissé échapper 0,127 gr. d'hydrogène, qui doivent s'être unis avec 1,923 gr. de soufre, en supposant que l'analyse qu'on nous a donnée du gaz hydrogène sulfuré soit bonne.

Dans la quantité de potasse qui a été employée, il y a 958 millièmes de gramme d'oxigène, et dans l'acide sulfurique formé il s'y en trouve 930; rapport qui est assez satisfaisant. Bien entendu que, pour trouver ce rapport, il faut retrancher du calcul la quantité d'oxigène qui se trouve dans la potasse combinée à l'acide sulfurique, et qui n'a pas pu contribuer à la formation de ce dernier.

J'ai précipité par l'acide acétique le soufre du sulfure débarrassé de l'acide sulfurique, et j'en ai obtenu 4,23, ou un peu plus que la moitié de la quantité employée. Voyons maintenant si nous retrouverons les 8 grammes de soufre que nous avons employés dans notre opération.

	grammes
1°. Soufre dans l'acide sulfurique	0,680.
2°. Soufre uni à l'hydrogène	1,923.
3°. Soufre obtenu du sulfure par l'acide acétique.	4,230.
4°. Soufre sublimé pendant l'opération	0,350.
	7,183.
Perte	0,817.
	8,000.

Je demande maintenant que sont devenus les 0,817 de gramme de soufre qui manquent dans cette analyse?

Il faut nécessairement que les proportions des corps d'après lesquelles j'ai calculé ne soient pas exactes, ou que mes expériences manquent de précision; cependant je les ai répétées plusieurs fois, et j'ai toujours obtenu, à très-peu près, le même résultat.

L'on conviendra que si j'avais exactement retrouvé la quantité de soufre employée dans mon opération, rien n'était plus propre que cette expérience pour confirmer à-la-fois et l'exactitude de l'analyse de l'eau, de l'acide sulfurique et de l'hydrogène sulfuré : il est vrai que je n'ai pas fait entrer dans mon calcul le soufre de l'hydrogène sulfuré qui se dégage pendant la fusion, parce que je n'ai pas pu en apprécier la quantité; mais je ne la crois pas à beaucoup près assez grande pour couvrir le déficit.

Ces expériences, si l'on peut compter sur leur exactitude, prouvent que le quart du soufre a été employé à produire l'acide hydro-sulfurique, et le douzième à former l'acide sulfurique; enfin, que le tiers de ce combustible s'est converti en acides, lesquels font en poids presque la moitié du soufre qui entre dans la composition du sulfure de potasse.

Si l'on conclut de ces expériences, 1° que les sufures alcalins secs contiennent leurs bases à l'état d'oxide, et diffèrent en cela de la plupart des autres sulfures métalliques; 2° que la moitié du soufre qui entre dans leur composition se convertit, au moment où ils se trouvent en contact avec l'eau, en acide sulfurique et en acide hydrosulfurique qui restent en combinaison avec l'alcali, sans qu'aucune portion du soufre ne se sépare; 3° que les dissolutions des sulfures doivent être considérées comme des hydrosulfures sulfurés et oxidés, l'on pourra alors

demander quelle est la puissance en vertu de laquelle la décomposition de l'eau est opérée lorsqu'on y dissout les sulfures alcalins : M. Berthollet a pensé que c'était l'affinité de l'alcali pour l'acide sulfurique.

Au premier coup-d'œil, il semble que si les sulfures alcalins étaient composés de leurs radicaux et de soufre, on ne trouverait point d'acide sulfurique dans leur dissolution : ce serait alors leurs bases métalliques qui décomposeraient l'eau, et leur dissolution n'offrirait que de l'hydrosulfure de potasse ; mais l'on peut répondre que les sulfures alcalins sont composés de sulfure de potassium ou de sodium et de sulfate de potasse formé pendant la fusion, puisqu'il ne se dégage point d'acide sulfureux pendant l'opération, et qu'au moment de la dissolution il se forme de l'hydrosulfure sulfuré de potasse.

Dans l'expérience dont nous avons parlé plus haut, pour faire le sulfure de baryte, nous avons employé 8 grammes de cet oxide alcalin et 6 grammes de soufre ; mais 1,78 de soufre s'étant sublimé pendant la combinaison, 4,22 seulement se sont unis à la baryte : ce sulfure, en se dissolvant dans l'eau, a laissé une matière blanche grisâtre qui pesait 2,8 grammes, et qui était du sulfate de baryte.

Il paraît que la quantité d'acide sulfurique qui se forme pendant ces combinaisons suit à-peu-près la quantité de soufre qui entre dans les sulfures ; car 100 parties de sulfure de potasse, qui contiennent (comme on le verra plus bas) 52,7 de soufre, ont fourni 4,72 de sulfate de baryte ; et 100 de sulfure de baryte, où il n'y a que 34,5 de

soufre, ont formé environ 2,8 de sulfate de baryte; ce qui est assez en rapport.

L'on admet 10,5 d'oxigène dans 100 parties de baryte, et 16,67 dans 100 parties de potasse : or, il est évident que les quantités de soufre suivent les quantités d'oxigène contenues dans les bases; car si 10,5 demandent 34,5, 16,67 demandent 54, et nous avons trouvé 52,7 de soufre dans 100 de sulfure de potasse.

Ainsi, ces oxides métalliques sont soumis à la même loi que les autres métaux, qui prennent d'autant plus de soufre qu'ils sont susceptibles de s'unir à une plus grande quantité d'oxigène; et cela paraît d'autant plus naturel que les oxides du même métal exigent, pour être saturés, d'autant plus d'acide qu'ils contiennent plus d'oxigène, et que la quantité de soufre qui sature un métal quelconque fournit par la combustion une quantité d'acide suffisante pour saturer l'oxide du métal avec lequel il était combiné.

Mais les sulfures alcalins diffèrent des sulfures métalliques ordinaires en ce qu'ils contiennent beaucoup plus de soufre qu'il n'en faut pour former la quantité d'acide sulfurique nécessaire à la saturation de leurs bases oxidées : en effet, une grande quantité de soufre se dépose pendant la décomposition des sulfures à l'air; ce qui n'arrive pas aux sulfures métalliques ordinaires.

Décomposition du Sulfure de potasse à l'air.

Un sulfure fait avec 10 grammes de sous-carbonate de potasse et 8 grammes de soufre, ayant été dissous dans l'eau, et la dissolution exposée à l'air pendant un temps suffisant pour en opérer la décomposition complète, a

fourni 3,710 grammes de soufre et 12,9 de sulfite sulfuré de potasse. Trois grammes du sulfite sulfuré ci-dessus, soumis au feu dans une cornue, ont produit, 1° un gaz d'une extrême fétidité, ayant quelqu'analogie avec cette effluve qui s'élève en été des rues basses de Paris au moment où on les dépave, noircissant cependant le papier mouillé par une dissolution d'acétate de plomb; 2° une petite quantité de soufre pesant environ 40 milligrammes; 3° une matière jaune brunâtre fondue dans la cornue, et pesant 2,8 grammes. Cette matière, dissoute dans l'eau chaude, lui a communiqué une couleur jaune et une odeur de sulfure ordinaire : sa dissolution était très-sensiblement alcaline, et était précipitée par les acides à la manière d'une dissolution légère de sulfure. Il est vrai que le sulfite était lui-même légèrement alcalin. Il résulte de cette expérience, 1° que le sulfite sulfuré de potasse est décomposé à une chaleur rouge; ce qui est prouvé par une portion de soufre qui se sublime; 2° qu'il s'est formé un sulfure tout-à-fait semblable au sulfure de potasse fait directement avec la potasse et le soufre; 3° qu'il s'est développé une petite quantité de gaz hydrogène sulfuré d'une odeur très-fétide, et différente de celle du gaz hydrogène sulfuré ordinaire. Comment expliquer ces différens effets? La séparation d'une petite quantité de soufre est facile à concevoir parce que le même phénomène a lieu avec un sulfite simple soumis à l'action de la chaleur; mais on ne comprend pas aussi aisément la formation d'un sulfure : en effet, si ce sel n'est qu'un sulfite ordinaire dans lequel du soufre est combiné, il semblerait naturel de penser qu'à mesure que le sulfite est décomposé par la chaleur

et converti en sulfate, le soufre devrait se volatiliser; tandis qu'au contraire la plus grande partie reste unie à l'alcali. Ces résultats paraîtraient indiquer qu'au moment où le soufre s'unit à un sulfite, une portion quelconque d'acide sulfureux serait dégagée, et que le soufre s'unirait à une portion de la base d'une manière particulière ; ensuite que les sulfites sulfurés ne seraient que des combinaisons de sulfites et de sulfures des mêmes bases. L'on concevrait alors sans difficulté comment ces combinaisons seraient décomposées par la chaleur, puisque, dans ce cas, les sulfites sont convertis en sulfates, et que ces derniers ne paraissent pas former de combinaison avec les sulfures. Quant à l'hydrogène sulfuré qui s'est développé dans notre opération, il peut provenir de quelques traces d'humidité restées dans le sel, quoique je n'en aie aperçu aucun vestige dans le col de la cornue ; ou d'une petite quantité d'hydrogène qui serait restée en combinaison avec le soufre et la potasse : cependant les expériences que nous rapporterons plus bas ne sont pas favorables à cette supposition.

Expérience sur l'hydrosulfure de potasse.

L'on a fait passer, dans la dissolution de 8 grammes de potasse pure, un courant de gaz hydrogène sulfuré jusqu'à saturation parfaite ; il s'est déposé pendant cette opération un peu de sulfure de manganèse de couleur verte.

La moitié de la dissolution de l'hydrosulfure, évaporée à siccité, a fourni une matière légèrement jaunâtre, qui pesait 3 grammes $\frac{2}{10}$ environ. Cette matière avait une saveur absolument semblable à celle de l'hydrogène sul-

furé. Il n'y a point eu de soufre brûlé pendant l'évaporation; au moins la matière ne contenait pas d'acide sulfurique; mais un peu d'hydrogène avait disparu; car ce sel, dissous dans l'eau, était légèrement troublé par l'acide muriatique, et la couleur jaune orangé qu'a pris la liqueur pendant son évaporation paraît d'ailleurs l'indiquer. Il s'était introduit dans la liqueur une petite quantité d'acide carbonique qui a été reconnu par la baryte. 3 grammes de cet hydrosulfure desséché, mêlés avec 2 grammes de soufre, ont été fondus dans une cornue à laquelle était adapté un tube pour recevoir les gaz : dès que le mélange a commencé à fondre, du gaz hydrogène sulfuré s'est abondamment développé; on a continué à chauffer jusqu'à ce que l'excès de soufre ait été dégagé, et l'on a obtenu un sulfure rouge-brun, bien fondu et transparent : il pesait 4 grammes 250 millièmes.

Il est évident, d'après cette expérience, que le soufre a le pouvoir, à l'aide de la chaleur, de dégager l'hydrogène sulfuré de l'alcali : la chaleur seule pourrait-elle produire le même effet? Cela n'est pas vraisemblable.

Pour cette opération, on a employé, comme on l'a vu plus haut, 3 grammes d'hydrosulfure sec et 2 grammes de soufre; mais 15 centièmes de ce dernier s'étant volatilisés pendant l'opération, il n'y a eu qu'un gramme 85 centigrammes qui soient entrés en combinaison avec l'hydrosulfure : ainsi, comme on avait employé 4,85 de matière et qu'on n'a obtenu que 4,25 de sulfure, il y a eu 600 milligrammes de gaz hydrogène sulfuré dégagé. A ce compte, le sulfure de potasse ne contiendrait que 44 environ de soufre pour 100; tandis que, dans une au-

tre expérience rapportée plus haut, nous avons trouvé 52,7. Mais il est possible que le sulfure ait retenu un peu de gaz hydrogène sulfuré, ou qu'il ait attiré l'humidité, ce qui est plus probable : le sous-hydrosulfure de potasse contiendrait environ 17 centièmes d'hydrogène sulfuré. Le sulfure, dissous dans l'eau et mêlé avec le nitrate de baryte, a donné un précipité pesant 130 milligrammes ; résultat qui, cette fois, montre que la quantité d'acide sulfurique n'est pas en rapport avec celle du soufre employé ; car autrement on aurait dû obtenir un gramme 14 centièmes de sulfate de baryte, puisque 7 gr. 65 centigr. de soufre uni à la potasse ont donné, dans une autre expérience, 4,72 grammes de sulfate de baryte.

Expérience sur la décomposition du sulfure de potasse à l'air.

Une dissolution de sulfure de potasse de laquelle on avait séparé l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et qui contenait un excès de ce dernier, a été exposée à l'air, dans l'intention d'en suivre la décomposition et d'examiner les résultats auxquels elle aurait donné lieu. Il s'est d'abord formé à la surface de la liqueur une pellicule colorée qui était du soufre ; par l'agitation, cette pellicule s'est distribuée dans toutes les parties de la liqueur, et bientôt après il s'en est formé une nouvelle, et ainsi de suite. A mesure que le soufre se séparait, la couleur du sulfure diminuait d'intensité, et il est arrivé un moment où elle est devenue blanche comme de l'eau, et où elle n'avait plus d'odeur. Alors j'ai filtré pour séparer le soufre dont la couleur était blanche, et

qui a laissé après la combustion un résidu jaunâtre qui était du sulfate de baryte.

La liqueur évapprée en consistance sirupeuse a fourni des cristaux parmi lesquels il y avait du nitrate de potasse ; elle avait une saveur âcre et alcaline ; elle rétablissait la couleur du tournesol rougie par un acide. Lorsqu'on y mêlait de l'acide sulfurique concentré, elle dégageait des vapeurs d'acide nitreux mêlées d'acide sulfureux, et en même temps elle déposait du soufre ; étendue d'eau, elle ne précipitait point le nitrate de baryte, quoiqu'elle contînt de l'acide sulfureux.

L'on croyait autrefois que les sulfures en se décomposant se convertissaient d'abord en sulfites, et ensuite en sulfates ; mais M. Gay-Lussac a prouvé qu'ils donnent naissance à des sulfites sulfurés : le résultat que j'ai obtenu est absolument le même que celui de M. Gay-Lussac.

1re *Expérience sur le sulfite de potasse.*

Cinq grammes de sulfite de potasse mêlés avec trois grammes de soufre, soumis à l'action du feu, ont fourni quelques traces d'acide sulfureux.

Le soufre s'est sublimé avec toutes ses propriétés ; il y en avait 2,7 grammes ; la matière restée dans la cornue était rouge ; sa dissolution dans l'eau précipitait en rouge l'acétate de plomb, et ce précipité devenait noir par l'addition de la potasse caustique qui dissolvait le sulfate de plomb formé ; cette même dissolution était précipitée en blanc par l'acide hydrochlorique avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré.

Le sulfite de potasse distillé seul a fourni aussi un peu

d'acide sulfureux, du soufre sublimé, et le résidu avait la même couleur que celle du résidu de l'opération précédente; sa dissolution dans l'eau précipitait le plomb avec la même apparence; et cette même dissolution était précipitée en blanc par l'acide hydrochlorique avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré; mais on n'a pas pu déterminer la quantité de gaz acide sulfureux, parce que la cornue s'est percée avant que tout le sulfite ne fût décomposé.

2me *Expérience sur le sulfite de potasse.*

4 grammes de sulfite de potasse bien desséché et 3 grammes et demi de soufre ont été soumis ensemble à l'action du feu pour savoir s'il se dégagerait encore de l'acide sulfureux, et s'il se formerait du sulfure de potasse.

Voici ce que nous avons observé :

1°. Il ne s'est point développé de gaz acide sulfureux; cependant lorsqu'on a déluté l'appareil, nous avons remarqué qu'il y en avait un peu.

2°. Le soufre s'est presque tout entier sublimé dans le col de la cornue avec toutes ses propriétés.

3°. Il y avait dans la cornue une matière jaune, en partie fondue, qui s'est facilement dissoute dans l'eau bouillante, moins quelques petits flocons grisâtres; la dissolution avait une couleur jaune, répandait l'odeur de sulfure et était alcaline.

4°. Le muriate de baryte mis dans cette dissolution y a formé tout-à-coup un précipité abondant qui, séparé et lavé, ne se dissolvait nullement dans l'acide muriatique.

5°. La liqueur qui avait été ainsi complètement précipitée l'était de nouveau, par l'addition de l'acide muriatique, en une matière blanche qui était du soufre.

Il résulte de ces expériences que le soufre n'exerce aucune action sur le sulfite de potasse, puisqu'il se sublime presqu'en totalité et sans altération. La petite quantité d'acide sulfureux qui s'est développée vient, suivant toute apparence, de quelques portions de soufre qui ont été brûlées par l'air des vaisseaux.

Expérience pour connaître l'action du soufre sur quelques sulfates.

Deux parties de sulfate de cuivre et une de soufre parfaitement sec ont été chauffées ensemble dans une cornue de verre lutée. Dès que la chaleur a commencé à se faire sentir, il y a eu développement d'acide sulfureux qui a duré jusqu'à la fin de l'opération; une petite portion de soufre s'est sublimée. Le résidu, traité par l'eau bouillante, n'a rien communiqué à ce fluide; la matière insoluble, dont la couleur était le noir bleuâtre, a présenté toutes les propriétés du sulfure de cuivre. Le sulfate de zinc, traité de la même manière, a donné un résultat semblable; mais le sulfate de potasse n'a éprouvé aucune altération. Le soufre a donc, à une température rouge, la propriété d'enlever l'oxigène, non-seulement à l'acide sulfurique, mais encore au cuivre et au zinc, et non à la potasse combinée à l'acide sulfurique.

L'on voit, par ces résultats, que le soufre se comporte avec les sulfates métalliques tout différemment qu'avec les sulfates alcalins.

Sulfure de potassium.

Pour faire cette expérience, on a employé un décigramme de potassium et deux décigrammes de soufre; on les a fondus ensemble dans un vase rempli de gaz azote, et dont l'ouverture était plongée dans le mercure.

Au moment où la combinaison entre ces deux corps a eu lieu, il s'est produit une lumière très-vive et très-étendue. On a trouvé dans la petite capsule de platine qui faisait partie de l'appareil une matière rouge-brune, transparente, et qui, jetée dans l'eau bouillante, s'y est dissoute sur-le-champ. Ce sulfure ressemblait beaucoup, par sa transparence et sa couleur, au sulfure que nous avons obtenu avec l'hydrosulfure de potasse et le soufre; sa dissolution avait une couleur jaune verdâtre; elle exhalait l'odeur de l'hydrogène sulfuré, et précipitait légèrement le nitrate de baryte; ce qui annonce qu'il contenait de l'acide sulfurique. Dans ce cas, il n'a pu se former que du sulfure de potassium; cependant ce sulfure ressemble beaucoup, et par sa couleur, sa transparence et sa manière de se comporter avec l'eau, au sulfure de potasse, et surtout à celui que nous avons obtenu avec l'hydrosulfure de potasse et le soufre : il est précipité de même par les acides. Ce résultat ne paraît pas, comme on voit, conforme à la théorie que nous avons exposée précédemment ; mais on en verra la raison plus bas.

Cependant, lorsqu'on dissout les sulfures métalliques, le proto-sulfure de fer, par exemple, dans l'acide muriatique étendu d'eau, il ne se forme point d'acide sulfu-

rique ; et la quantité d'hydrogène qui se développe dans ce cas est suffisante pour dissoudre tout le soufre.

Mais ensuite, ayant reconnu que le potassium employé pour cette expérience contenait un peu de potasse, nous l'avons recommencée avec du potassium récemment préparé, et qui avait été soigneusement préservé du contact de l'air. Le sulfure obtenu cette fois était plus foncé en couleur que le premier, et sa dissolution dans l'eau bouillante n'a point donné de précipité avec le muriate de baryte. Cette dissolution était alcaline, quoique nous eussions employé un grand excès de soufre; les acides en précipitaient du soufre en petite quantité. Puisqu'il ne se forme point d'acide sulfurique lorsqu'on dissout le sulfure de potassium dans l'eau, il faut que la quantité d'oxigène que celle-ci fournit au potassium abandonne une quantité d'hydrogène suffisante pour mettre le soufre dans la condition convenable pour qu'il s'unisse à la potasse : tout le soufre, à la vérité, n'est pas converti en gaz hydrogène sulfuré; c'est toujours un hydrosulfure sulfuré qu'on obtient, et non un hydrosulfure simple. Or, d'après cela, il paraît vraisemblable que dans les sulfures faits avec les alcalis, ceux-ci sont unis au soufre à l'état métallique, et que les sulfates qu'on trouve dans leurs dissolutions étaient formés auparavant. Le sulfate de potasse que M. Berthollet a trouvé dans les sulfures en les dissolvant dans l'alcool me semblerait confirmer cette hypothèse.

Expérience pour déterminer les élémens du sulfure de potasse.

10 grammes de sous-carbonate de potasse sec et 8 de soufre pur ont été fondus ensemble dans une cornue;

il s'est dégagé de l'acide carbonique et du gaz hydrogène sulfuré, ou au moins un gaz qui en avait l'odeur, et qui précipitait en noir l'acétate de plomb.

Il s'est sublimé, dans le col de la cornue, 54 centigrammes de soufre ; en sorte que 7 grammes 46 centigr. seulement de soufre se sont combinés à la potasse. Le sulfure obtenu pesait 14 grammes 43 centièmes : or, en retranchant ces 14 grammes 43 centigr. de 18 de matière employée, nous trouvons une perte de 3^{gr},57 ; ce qui donne 30,57 pour l'acide carbonique contenu dans 100 parties de sous-carbonate de potasse. Cependant les analyses que nous avons faites directement du sous-carbonate de potasse nous ont donné 32 et quelquefois 33 d'acide carbonique.

Le sulfure résultant de cette opération, dissous dans l'eau bouillie, a fourni, par le nitrate de baryte, 4,81 centièmes de sulfate de baryte.

D'après cette expérience, 100 parties de potasse pure peuvent saturer 111,5 de soufre ; par conséquent 100 parties de sulfure de potasse contiendront :

Soufre,	52,7 ;
Potasse,	47,3.
	100,0.

Expérience pour déterminer la proportion des principes constituans du carbonate de potasse cristallisé.

1°. 100 parties de ce sel perdent, par une chaleur rouge, 31 pour 100.

2°. 100 parties de sous-carbonate de potasse contenant

33 d'acide carbonique, il est évident que 69 en contiennent 22,72 : or, retranchant 22,72 de 69, il reste 46,28 pour la potasse.

3°. D'une autre part, 100 parties de carbonate de potasse cristallisé perdent 47 d'acide carbonique en se dissolvant dans un acide : il est évident aussi qu'il y a 6,72 d'eau, puisque 46,28 d'alcali + 47 d'acide carbonique et + 6,72 d'eau forment 100.

4°. Si notre estimation de l'acide carbonique est exacte, il se dégagerait pendant la calcination du carbonate de potasse 24 d'acide carbonique, ou environ moitié de ce qu'il en contient.

Proportion des élémens du carbonate de potasse.	1°. Potasse,	46 ;
	2°. Acide carbonique,	47 ;
	3°. Eau,	7.
		100.

Proportion des élémens du sous-carbonate de potasse.	1°. Potasse,	67 ;
	2°. Acide carbonique,	33.
		100.

D'après ces proportions, 100 parties de potasse absorberont 102 d'acide carbonique, pour former 202 de carbonate de potasse.

Expérience pour déterminer l'action du sulfure de potasse sur l'argent métallique.

6 grammes d'argent en limaille fine et un gramme de sulfure de potasse parfaitement sec ont été introduits dans une petite cornue de verre lutée, et chauffés au rouge pendant long-temps, mais sans porter la chaleur jusqu'à la fusion du verre.

Après l'opération, on a traité la matière avec de l'eau bouillante, et on a mis le lavage à part; la partie insoluble était l'argent dont une portion était sulfurée : le poids de l'argent avait augmenté de 35 centigrammes ; il avait donc pris les deux tiers du soufre contenu dans le sulfure de potasse, puisque, dans 100 parties de ce dernier, il n'y a que 52 parties de soufre. Mais, d'après d'autres expériences, il devait y avoir, dans la quantité de sulfure employé ici, 48 milligrammes de soufre combiné à l'oxigène, et formant de l'acide sulfurique; d'où il suit qu'il ne restait plus que 122 milligr. de soufre uni à la potasse, c'est-à-dire, un peu moins que le quart de la quantité employée.

La liqueur qu'on avait mise à part, examinée avec soin, a présenté les propriétés suivantes :

1°. Elle était absolument sans couleur et avait l'odeur de l'hydrogène sulfuré ;

2°. Elle était légèrement alcaline ;

3°. Elle ne précipitait pas d'une manière sensible par l'acide muriatique; seulement la liqueur devenait un peu opaline quelque temps après le mélange ;

4°. L'acétate de plomb la précipitait en noir très-foncé et de la même manière qu'un hydrosulfure parfait ;

5°. Cette liqueur ne contenait aucune trace d'argent.

Il résulte, suivant toute apparence, de cette opération que l'argent s'est emparé des $\frac{3}{4}$, ou à-peu-près, du soufre contenu dans le sulfure, et qu'il n'en a laissé au potassium que la quantité nécessaire pour former un hydrosulfure de potasse en se dissolvant dans l'eau. L'effet produit ici par l'argent à l'aide de la chaleur l'aurait sans doute été aussi par quelques autres métaux, et

notamment le cuivre. L'on sait aussi que le mercure, même par la voie humide, enlève aux hydrosulfures sulfurés une portion de leur soufre, et les ramène à l'état d'hydrosulfures simples; mais il reste une portion de mercure en dissolution avec l'hydrosulfure; au lieu que l'argent, ne laissant aucune trace de son existence dans les hydrosulfures, est préférable, à cet égard, au mercure.

Si nous examinons bien ce qui s'est passé dans cette opération, nous trouvons, 1° que 1000 parties de sulfure de potasse, qui sont composées de 520 parties de soufre et de 480 de potasse, ont dû fournir, d'après une expérience rapportée plus haut, 105 d'acide sulfurique; 2° que ces 105 d'acide ont saturé 118 de potasse; 3° que cette même quantité d'acide sulfurique contient 59,5 d'oxigène; 4° que cette quantité d'oxigène se trouve exactement dans les 362 de potasse restant; 5° que les 105 d'acide recèlent 49 de soufre; 6° que l'argent a enlevé 350 de soufre au sulfure; que conséquemment il n'en reste que 127 unis avec 302 de potassium; d'où il suit que 100 parties de sulfure de potassium seraient composées de 30 de soufre et de 70 de potassium; et l'on voit que cette quantité de soufre peut fournir en brûlant une quantité d'acide suffisante pour saturer la potasse provenant de la combustion du potassium ci-dessus, puisque, dans le sel qui en résulterait, l'acide serait à la potasse comme 47 à 53, proportion qui est exactement celle que les chimistes ont trouvée dans le sulfate de potasse : en cela, le sulfure de potassium confirmerait encore l'observation des chimistes sur les autres sulfures métalliques.

Expérience sur l'action de quelques autres métaux sur le sulfure de potasse.

Expérience 1re. Une partie de sulfure de potasse sec et 6 de cuivre métallique, chauffées au rouge dans une cornue, ont formé une masse noire à demi fondue, qui, lessivée à l'eau, a donné une liqueur incolore qui précipitait en blanc l'acétate de plomb, et dans laquelle on n'a pu reconnaître aucune trace de soufre : le nitrate de baryte y occasionnait un précipité blanc insoluble dans un excès d'acide.

Il paraît, d'après cette expérience, que le cuivre s'est emparé de tout le soufre contenu dans le sulfure de potasse, et qu'il a mis en liberté la potasse ou le potassium. Cependant il semblerait que si ce dernier avait été à l'état métallique, il se serait enflammé lorsqu'on a lessivé la matière, à moins que ce métal, très-divisé par une grande quantité de sulfure de cuivre, eût brûlé dans l'intérieur de l'eau sans signe manifeste.

Action des métaux sur l'hydrosulfure sulfuré de potasse.

1°. De la limaille de cuivre agitée avec une dissolution d'hydrosulfure sulfuré de potasse est devenue noire sur-le-champ; la liqueur a pris une couleur verdâtre, couleur qui s'est dissipée au bout d'un quart-d'heure par l'agitation du mélange; au bout de vingt minutes, elle était aussi limpide que de l'eau; elle conservait son odeur et sa saveur sulfureuse, précipitait en noir l'acétate de plomb. Il paraît que, dans cette opération, le cuivre s'est emparé du soufre qui était dissous par

l'hydrosulfure sulfuré de potasse, et qu'il a passé à l'état d'hydrosulfure simple.

Le fer en limaille, mis dans une solution d'hydrosulfure sulfuré de potasse, n'a noirci qu'au bout d'une heure; la liqueur n'était pas décolorée; elle est devenue, au contraire, d'un beau vert foncé au bout de vingt-quatre heures.

Le bismuth noircit un peu, et la couleur de l'hydrosulfure sulfuré devient un peu moins intense; mais elle ne se décolore pas entièrement, quoique ce métal reste long-temps avec elle.

L'antimoine devient un peu bleu, et la liqueur prend une couleur jaune citron; ce n'est qu'au bout de huit jours que la liqueur est presque décolorée : cependant elle précipite l'acétate de plomb en flocons rougeâtres; les acides en dégagent de l'hydrogène sulfuré, et y forment un précipité floconneux orangé de soufre doré.

Le plomb, au bout d'un certain temps, noircit à sa surface; mais la difficulté de diviser ce métal fait que la décomposition n'aurait lieu que très-lentement.

Il paraît, d'après ces expériences, que l'argent et le cuivre sont les seuls métaux propres à convertir en peu de temps les hydrosulfures sulfurés en hydrosulfures simples, d'autant plus qu'ils ne sont nullement solubles dans cette espèce de sels, et qu'ils doivent être préférés à tout autre, surtout le cuivre.

Action du feu sur l'hydrosulfure de potasse.

5 grammes d'hydrosulfure desséché autant qu'il est possible, sans qu'il subisse de changement dans sa composition, ayant été soumis à une chaleur rouge dans une

cornue de verre lutée, a présenté les phénomènes suivans :

1°. Il s'est dégagé quelques bulles d'air chargé d'une légère odeur d'hydrogène sulfuré;

2°. Bientôt après ont paru, dans le col de la cornue, un grand nombre de gouttelettes d'eau;

3°. L'hydrosulfure s'est fondu en une seule masse d'une couleur rouge-brune;

4°. Dissous ensuite dans l'eau, il a fourni une liqueur rouge-jaunâtre, qui précipitait abondamment par les acides, tandis que le même sel n'était auparavant que très-légèrement troublé par les acides;

5°. La dissolution précipitait assez abondamment le muriate de baryte; mais le précipité contenait une grande quantité de carbonate, lequel, enlevé au moyen d'un acide, n'a laissé que 3 décigrammes de matière qui m'a paru être du sulfate de baryte : l'acide carbonique venait de l'air atmosphérique au milieu duquel l'hydrosulfure avait été évaporé.

L'eau qui s'est manifestée pendant l'expérience était-elle toute contenue dans l'hydrosulfure, ou s'est-elle formée par l'action de la chaleur? La quantité de cette eau m'a paru trop considérable pour qu'elle ait pu rester dans cette matière malgré la force et la continuité de la chaleur à laquelle elle avait été exposée : je suis en conséquence plus disposé à croire que cette eau a été produite, et qu'il s'est en même temps formé un sulfure de potassium.

Le soufre que les acides précipitent abondamment de la dissolution de cet hydrosulfure desséché et fondu annonce nécessairement qu'il est arrivé un changement

dans sa constitution, puisque ces mêmes agens ne précipitaient presque point de soufre avant l'opération. Ce phénomène dépend sans doute de la décomposition d'une partie de l'hydrogène sulfuré, opérée pendant l'évaporation et la dessiccation de l'hydrosulfure.

Expérience sur la décomposition du sulfate de potasse par le charbon.

5 grammes de sulfate de potasse sec et 1 gramme et demi de charbon également sec ont été chauffés pendant trois quarts d'heure, à une chaleur rouge, dans un creuset de platine fermé le plus exactement possible.

Après l'opération, la matière trouvée dans le creuset refroidi était sous forme de masse noire, et les parois du creuset auxquelles elle avait touché étaient noires aussi. L'eau avec laquelle le creuset a été lavé a pris une couleur rouge-brune plus intense que celle qui a servi à dissoudre la matière elle-même.

La substance dont nous venons de parler, mise dans une capsule de porcelaine, a été couverte d'eau qui avait bouilli pendant long-temps et qui était encore chaude. L'on a remarqué que les premières portions d'eau ont fait prendre feu à la matière, et il est probable qu'elle aurait entièrement brûlé si on ne l'avait pas promptement couverte d'eau. La dissolution s'est facilement opérée; il n'est resté qu'une petite quantité de charbon. La liqueur filtrée avait une couleur jaune-brunâtre; elle était très-alcaline; l'acide acétique versé dans cette liqueur jusqu'à ce qu'elle fût légèrement acide y a produit un dégagement d'hydrogène sulfuré, et un précipité brun pesant 30 centigrammes seulement, et qui était composé de 25 centigr. de

soufre et 5 de platine provenant du creuset. La liqueur filtrée était claire et sans couleur; le muriate de baryte mêlé à cette dissolution, après qu'elle eut bouilli pour en vaporiser l'hydrogène sulfuré, n'y a formé qu'un très-léger trouble; ce qui prouve qu'il ne s'était produit ni acide sulfurique ni acide sulfureux. D'après ce résultat, il ne paraît pas douteux qu'il s'est formé, dans cette circonstance, un sulfure de potassium, et que l'oxigène de l'acide sulfurique, ainsi que celui de la potasse, ont été enlevés par le charbon : voilà pourquoi, sans doute, ce sulfure s'est enflammé par le contact de l'eau. L'on pourrait soupçonner aussi que dans le pyrophore, qui ne peut être formé qu'avec de l'alun contenant du sulfate de potasse, il y a du sulfure de potassium. La dissolution de ce sulfure était à l'état de véritable hydrosulfure; car l'acide acétique n'en a séparé que 25 centigrammes de soufre, dont une portion était, à ce qu'il paraît, unie au platine. Ce résultat est une suite nécessaire d'une opération citée plus haut, par laquelle nous avons trouvé que la quantité de soufre dans l'hydrosulfure de potasse pouvait, par la combustion, donner naissance à une quantité d'acide suffisante pour saturer sa base, et la convertir en sulfate de potasse : ainsi, la soustraction de l'oxigène contenu dans le sulfate de potasse par le charbon doit nécessairement produire de l'hydrosulfure de potasse lorsque la matière qui en résulte est dissoute dans l'eau.

Sulfure de soude.

5 grammes de sous-carbonate de soude pur et sec ont été fondus dans une cornue avec autant de soufre pur. Il s'est développé, d'abord, du gaz hydrogène sul-

furé, ensuite un peu de gaz acide sulfureux; enfin, il s'est sublimé 250 milligrammes de soufre dans le col de la cornue; il n'en est donc resté que 4,75 gr. en combinaison.

D'après cela, en admettant, dans 100 de carbonate de soude, 59 de base, et en supposant que, dans notre expérience, la totalité de l'acide carbonique ait été dégagée, ce qui est très-probable, les 5 grammes de sous-carbonate de soude employés n'ont fourni que 2,95 gr. de base, lesquels ont saturé 4,75 gr. de soufre.

De là il suit que 100 parties de sulfure de soude sont décomposées :

Soufre,	62;
Soude,	38.
	100.

Ce sulfure est donc plus riche en soufre que celui de potasse; cependant il n'en contient pas encore en proportion de son oxigène.

Ce sulfure, qui avait une couleur brune foncée, fut dissous dans l'alcool très-déphlegmé en vaisseaux clos : sa dissolution avait une couleur jaune orangée; mais elle déposa une matière verte : le dépôt étant formé, on décanta la liqueur, et l'on mit de nouvel alcool sur le résidu, qui devint d'un vert plus foncé; enfin, lorsque l'alcool cessa de se colorer, on examina le dépôt, et l'on trouva qu'il était formé de cristaux transparens mêlés d'une petite quantité de matière verte. Ces cristaux avaient une saveur analogue à celle des sulfites sulfurés. Leur dissolution aqueuse était légèrement alcaline, et précipitait le muriate de baryte en une matière blanche, insoluble dans l'acide muriatique, mais exhalant une légère

odeur d'acide sulfureux, et qui pesait trois grammes après avoir été séchée au soleil. Ce précipité, soumis à la chaleur dans un tube de verre, a exhalé l'odeur de l'hydrogène sulfuré, quoiqu'il eût été bien lavé, et a fourni une petite quantité de soufre sublimé; ce qui restait dans le vaisseau était un mélange de sulfate de baryte et de sulfure qu'on a séparé par le moyen de l'eau.

La matière verte était formée de *sulfure de fer* et de *manganèse*; mais il n'y en avait que très-peu (1). La liqueur contenant le sulfure en dissolution prit avec le temps une couleur beaucoup plus intense, et se remplit d'une foule de cristaux jaunes, dont les uns étaient formés de longues aiguilles opaques réunies en faisceaux, et les autres étaient en cubes transparens, quoique colorés. Ces cristaux se sont fondus par la chaleur, et n'ont point reparu par le refroidissement.

La dissolution du sulfure de soude dans l'alcool se colore beaucoup par l'ébullition; elle paraît presque noire; mais ce n'est véritablement qu'un rouge très-foncé dont l'intensité diminue par le refroidissement.

Cette dissolution, séparée de l'alcool par la distillation, et redissoute ensuite dans l'eau, abandonnée à elle-même dans un vase mal fermé, s'est, au bout d'un certain temps, entièrement décomposée; mais, au lieu de former un dépôt blanc, comme cela arrive toujours aux sulfures alcalins, il était d'un brun foncé, presque noir; et au lieu de perdre elle-même sa couleur, elle

(1) Il ne paraît pas douteux qu'ici il s'est formé de l'acide sulfureux; cela tient peut-être à ce que la température n'a pas été portée à un degré assez élevé.

avait, au contraire, une couleur rouge pourpre très-intense.

Pour connaître, s'il était possible, la cause de cette coloration, qui me paraissait avoir été produite par l'alcool, je commençai par distiller, dans une petite cornue de verre, le soufre précipité par ce sulfure : pendant cette opération il s'est constamment dégagé une odeur semblable à celle du soufre carburé, et le soufre qui s'était condensé dans le col de la cornue a lui-même conservé cette odeur pendant long-temps. Il était resté dans la cornue une petite quantité de matière noire sur laquelle les acides n'avaient aucune action, et que je soupçonne être du charbon; mais je n'ai pu m'en assurer parce qu'il y en avait trop peu.

J'ai ensuite distillé la liqueur jusqu'à siccité dans une cornue de verre : le produit liquide avait une odeur très-fétide, différente de celle de l'hydrogène sulfuré; ce qui est resté dans la cornue était d'une couleur brune.

Il paraît que le sulfure de soude a décomposé une portion de l'alcool dans lequel il avait été dissous, et il est possible que l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré qui se développent pendant cette dissolution soient dus à cette décomposition, ainsi que l'a pensé M. Berthollet.

Si nous comparons maintenant la quantité d'oxigène contenu dans l'acide sulfureux formé dans notre opération avec celle de l'oxide de sodium employé, nous trouvons qu'elle ne s'en éloigne pas beaucoup.

D'abord, en admettant dans le sulfite de baryte la même quantité d'acide que dans le sulfate de la même base, ce qui n'est pas tout-à-fait exact, les 3 grammes

de ce sel que nous avons obtenus ci-dessus contiendraient 1 gramme 20 centièmes d'acide sulfureux. En supposant ensuite dans 100 de cet acide 49 d'oxigène, comme l'a annoncé M. Berzelius, nous trouvons 50 centigrammes et demi d'oxigène dans notre acide, tandis que les 3 grammes de soude qui ont été employés dans notre expérience recèlent 72 ou 75 centigr. de ce principe; mais il faut soustraire des 3 grammes de soude la quantité de cet alcali qui s'est combinée à l'acide sulfureux, et qui n'a pas contribué à la formation de l'acide, et l'on peut l'élever à une somme au moins égale à celle de l'acide.

D'après cela, il ne resterait plus que 1,98 gr. de cet alcali, dont il faut comparer l'oxigène à celui de l'acide: or, dans 1 gramme 98 centigr. de soude, il y a 49 centigr. $\frac{1}{2}$ d'oxigène, et nous en trouvons 50 $\frac{1}{2}$ dans l'acide; ce qui est assez en rapport (1).

Sulfure de chaux.

10 grammes de soufre et autant de chaux ont été chauffés ensemble dans une cornue: pendant la combinaison il s'est développé une odeur de gaz hydrogène sulfuré; une grande quantité de soufre s'est sublimée avec ses propriétés ordinaires.

---

(1) Le sulfure de soude a une action singulière sur le verre; car, sur dix opérations que nous avons faites dans des cornues, deux seulement ont réussi sans que les cornues aient cassé, quoiqu'elles fussent lutées.

Le soufre sublimé pesait	6,75 centig.
Le sulfure de chaux,	12,42.
	19,17.
Perte,	83.
	20,00.

D'après cette opération, 100 grammes de chaux peuvent absorber 24,2 de soufre, et conséquemment 100 de sulfure de chaux contiennent 19,5 de soufre.

Ce sulfure avait une couleur jaune pâle comme la paille; il paraît peu fusible; il n'a point d'odeur; mais il a une saveur sulfureuse hépatique très-prononcée, sans cependant être caustique.

La solution de ce sulfure n'est pas colorée; elle ne précipite point par l'acide hydrochlorique au moment où le mélange a lieu; mais, quelques minutes après, la liqueur devient légèrement opaline.

Elle précipite en noir très-intense l'acétate de plomb, et elle est précipitée par le muriate de baryte; enfin, elle rétablit très-promptement la couleur du tournesol rougie par un acide.

L'on peut donc considérer le sulfure de chaux, fait comme nous venons de le dire et dissous dans l'eau, comme un mélange d'hydrosulfure de chaux et de sulfate de la même base. Il faut plus de 500 parties d'eau bouillante pour dissoudre le sulfure de chaux : à mesure qu'il se dissout, ce qui reste prend une couleur verte de plus en plus intense; ce qui paraît être dû à une petite quantité de sulfure de manganèse et de fer, dont les bases se trouvent dans la chaux.

Expérience pour déterminer les proportions des élémens du sulfure de chaux.

Dans une autre expérience, 10 grammes de chaux ont absorbé 3 grammes et demi de soufre; la quantité de soufre sublimé a été de 6 grammes : il y a eu un demi-gramme de perte; mais il s'est dégagé du gaz hydrogène sulfuré et un peu d'acide sulfureux. Le sulfure de chaux obtenu cette fois avait une couleur brune-rougeâtre, et non jaune comme le premier.

D'après cette opération, le sulfure de chaux contiendrait 26 pour 100 de soufre; et 100 de chaux pourraient prendre 39 de soufre. Cette proportion mérite plus de confiance que la première.

L'on voit que la quantité de soufre contenue dans le sulfure de chaux ne produirait pas, en brûlant, une quantité d'acide suffisante pour saturer la chaux contenue dans le sulfure : en effet, dans 100 parties de ce sulfure, il y a 74 de chaux qui exigeraient 103 d'acide, tandis qu'il ne peut résulter que 62 d'acide des 26 du soufre uni à la chaux (1).

Expérience sur le sulfure de chaux préparé par la voie humide.

5 grammes de chaux vive, mêlés, après avoir été délités par l'eau, avec 2 grammes de soufre, ont bouilli [illegible]

(1) Il semblerait, d'après ce résultat, que la chaux ne serait pas saturée de soufre; cependant j'ai chauffé le sulfure une seconde fois avec une nouvelle quantité de soufre, et il n'en a pas absorbé davantage.

pendant deux heures avec environ 12 onces d'eau distillée : au bout de ce temps, la liqueur, qui avait une couleur jaune assez intense, a été filtrée. Il est resté sur le filtre une assez grande quantité de matière blanche verdâtre, qui paraissait être de la chaux pour la plus grande partie. 1°. La dissolution ne précipitait nullement par le muriate de baryte, ce qui prouve qu'elle ne contenait pas d'acide sulfurique ; 2° l'acétate de plomb y formait un précipité d'un très-beau rouge, et non noir comme avec les hydrosulfures ; mais il a pris cette couleur noire au bout de quelques heures : 3° cependant les acides, en précipitant le soufre de cette liqueur, développaient une odeur très-sensible d'hydrogène sulfuré.

Après la filtration de la liqueur, le résidu, lavé et dissous dans l'acide acétique, n'a pas laissé un atome de soufre ; ce qui prouve qu'il avait été entièrement dissous ; mais il est resté une certaine quantité de silice sous forme gélatineuse, pesant 3 décigr. Pour savoir si dans la solution de cette chaux par l'acide acétique, il y avait de l'acide sulfurique, j'y ai mis une dissolution de muriate de baryte, qui y a en effet produit un léger précipité, lequel, lavé et séché, ne pesait que 10 centigrammes ; ce qui est fort peu de chose. Ce précipité, uni avec l'acide muriatique, n'a aucunement exhalé l'odeur d'acide sulfureux.

Afin de connaître la quantité de chaux en dissolution dans l'acide acétique, j'ai fait évaporer à siccité, et j'ai calciné le résidu, que j'ai ensuite lavé pour enlever le muriate de baryte qui s'y trouvait ; enfin, j'ai séché le carbonate de chaux restant : il pesait 3 gr. 30 centigr. ; d'où j'ai conclu qu'il y a eu 1 gr. 82 centigr. de chaux

non employée à former le sulfure, et que 3 grammes de chaux se sont combinés avec 2 grammes de soufre ; ce qui donne pour 100 parties de sulfure 60 de chaux et 40 de soufre.

La chaux et le soufre, dans ce sulfure, sont à peu de chose près dans les rapports convenables pour former du sulfate de chaux par la combustion. L'acide serait un peu trop abondant ; mais il est possible que je me sois trompé de quelques centièmes pour la chaux.

Le sulfure de chaux préparé par la voie humide ne contenant pas d'acide sulfurique, il faut nécessairement que la formation de cet acide n'ait pas eu lieu, parce que le résidu ayant été lavé à l'eau bouillante, quelques portions de sulfate de chaux n'auraient pas manqué de se dissoudre, et il aurait été retrouvé dans la liqueur.

Si l'eau a été décomposée, il faut qu'il se soit formé de l'acide sulfureux, qui produit, comme on sait, avec la chaux un sel beaucoup moins soluble que le sulfate de chaux.

Si l'eau n'avait pas été décomposée dans cette opération, il serait vraisemblable que l'hydrogène sulfuré qui existe dans la liqueur aurait été produit par le soufre lui-même. Dans tous les cas, l'on voit évidemment qu'il y a une différence très-grande dans la manière d'agir du soufre sur la chaux, suivant que l'opération est faite à une chaleur rouge par la voie sèche, ou à la chaleur de l'eau bouillante par la voie humide.

La petite quantité d'acide sulfurique qui a été trouvée dans la chaux surabondante à la composition du sulfure ne me paraît pas en proportion avec celle de l'hydrogène qui se trouve dans le sulfure.

Si l'on fait bouillir le sulfure de chaux fait par la voie sèche avec du soufre et de l'eau, il en dissout une quantité égale à la sienne, et devient absolument semblable au sulfure de chaux préparé par la voie humide : ainsi une plus grande proportion de soufre rend le sulfure de chaux infiniment plus soluble. Le sulfure de potasse préparé par la voie sèche n'agit pas sur le soufre avec lequel on l'a fait bouillir ; ce qui explique la différence entre le sulfure de chaux et celui de potasse faits à sec.

Quoique nous regardions au moins comme probable la décomposition des oxides alcalins par le soufre aidé de la chaleur rouge, et, par suite, la formation des sulfites ou des sulfates, suivant le degré de chaleur, nous n'en admettons pas moins la décomposition de l'eau par l'action simultanée de ces oxides et du soufre ; car nous ne croyons pas que la totalité de l'hydrogène qui se trouve dans ces composés soit fournie par le soufre, quoique les expériences citées plus haut nous disposent à y admettre une petite quantité de ce corps, ainsi que l'a déjà pensé M. Berthollet. Mais, loin que la décomposition de l'eau par l'action du soufre et des oxides alcalins soit contraire à la théorie que je propose, il me semble qu'elle lui est au contraire favorable ; car elle prouve évidemment que les oxides ne peuvent s'unir directement et isolément au soufre ; c'est ce que l'on sait depuis long-temps pour l'ammoniaque : il faut qu'ils soient dépouillés d'oxigène, ou que le soufre soit réuni à l'hydrogène.

Comparaison des quantités de soufre et d'acide sulfurique que peuvent saturer les bases alcalines.

1°. 100 parties de sulfate de baryte contiennent . . . . 34 d'acide.

et 100 de sulfure de baryte contiennent 34,5 de soufre.

2°. 100 parties de sulfate de soude sec contiennent . . . . 64 d'acide.

100 de sulfure . . . . 62 de soufre.

3°. 100 de sulfate de chaux sec. . . 58 d'acide.

100 de sulfure par voie humide. . . . 63 de soufre.

4°. 100 de sulfate de potasse sec. . 47 d'acide.

100 de sulfure . . . . 52,7 de soufre.

Mais la quantité d'acide dans le sulfate de potasse est probablement trop faible : d'après la quantité d'oxigène contenue dans la potasse, ce sel doit contenir environ 52 d'acide sulfurique; ce qui est très en rapport avec notre résultat.

Expérience sur le sulfure d'ammoniaque.

On a préparé ce sulfure avec parties égales de muriate d'ammoniaque et de chaux vive, l'un et l'autre parfaitement desséchés, et une demi-partie de soufre : ce mélange, soumis à l'action du feu dans un appareil convenable, a fourni un liquide d'un jaune brun, d'une consistance huileuse, et répandant dans l'air une fumée blanche très-épaisse qui avait une odeur fétide et sensiblement ammoniacale. Cette liqueur, délayée dans trois ou quatre parties d'eau bouillante et mêlée avec une dis-

solution de muriate de baryte, a formé un précipité blanc assez abondant par rapport à la quantité de sulfure d'ammoniaque employé.

Dans une autre opération, le sulfure d'ammoniaque essayé par le muriate de baryte a donné également un précipité; mais ce précipité, bien lavé et séché, s'est entièrement dissous avec effervescence dans l'acide muriatique, sans qu'un atôme d'acide sulfureux se soit dégagé; ainsi il ne contient ni acide sulfureux ni acide sulfurique.

Cette opération ayant été faite dans un appareil pneumato-chimique, on n'a pas aperçu de dégagement d'azote; ce qui semblerait annoncer que c'est à l'eau contenue dans le sel ammoniac qu'est dû l'hydrogène, et que l'acide sulfurique qui a dû se former serait resté dans la cornue en combinaison avec la chaux. Mais s'il est vrai, comme les expériences des chimistes modernes paraissent le prouver, que le sel ammoniac ne contienne pas d'eau, et que l'ammoniaque ne soit pas décomposée dans cette opération, où rechercherons-nous la source de l'hydrogène qui existe dans le sulfure d'ammoniaque? Nous n'aurions alors que l'acide muriatique auquel nous pourrions recourir pour l'explication des phénomènes : en effet, en s'unissant au calcium, le chlore abandonne son hydrogène, qui se porte sur une partie du soufre; tandis que l'oxigène de la chaux forme de l'acide sulfurique, qui se combine ensuite à l'excès de chaux, d'où résulte de l'hydrosulfure d'ammoniaque et du sulfate de chaux.

Pour éprouver par l'expérience la valeur de cette dernière théorie, nous avons essayé de former du sul-

fure d'ammoniaque avec 10 grammes de sulfate d'ammoniaque, autant de chaux vive et 5 de soufre.

Pendant cette opération, qui a duré assez long-temps, il s'est dégagé une grande quantité d'ammoniaque; il s'est formé environ 1 gramme d'une liqueur légèrement colorée en jaune, qui avait une forte odeur d'ammoniaque, précipitait en rougeâtre l'acétate de plomb, déposait une très-petite quantité de soufre par son mélange avec les acides, et qui développait en même temps une forte odeur d'acide sulfureux.

Le col de la cornue contenait du sulfite sulfuré d'ammoniaque sublimé et beaucoup de soufre, qui occupait une place distincte dans le col du vaisseau. Il paraît, d'après cette expérience, que le produit liquide qu'elle a fourni ne contenait presque que du sulfite sulfuré d'ammoniaque, et que le peu d'hydrosulfure qui s'y est trouvé provenait d'un peu d'eau restée dans le sulfate d'ammoniaque, malgré le soin qu'on avait pris pour sa dessiccation, ou de l'hydrogène contenu dans le soufre.

Or, ceci confirmerait assez bien l'hypothèse suivant laquelle l'hydrogène serait fourni par l'acide muriatique, pour la formation du sulfure d'ammoniaque, en supposant que le muriate de cette base ne contienne pas d'eau.

Indépendamment des produits ci-dessus énoncés, il s'est développé à-peu-près un demi-litre de gaz qui, après avoir été dépouillé d'ammoniaque, entretenait assez bien la combustion de la bougie, quoiqu'il ne contînt que 11 à 12 centièmes d'oxigène; mais comme il s'était formé un peu d'acide sulfureux et d'hydrosulfure d'ammoniaque, il est possible que la portion d'oxigène qui manque

à cet air ait été absorbée par ces deux substances, et qu'il ne se soit pas dégagé de gaz azote.

Au surplus, le volume de ce gaz ne nous a pas paru surpasser celui de l'air des vaisseaux, d'où il suit que vraisemblablement il ne s'est pas dégagé de gaz azote.

Résumé.

Il résulte de ce travail les connaissances suivantes :

1°. Les quantités de soufre qui se combinent aux oxides alcalins sont proportionnelles aux quantités d'oxigène auxquelles leurs métaux peuvent s'unir ; ce qui établit une parité parfaite entre le soufre et les acides à cet égard.

2°. La quantité de soufre dans les sulfures, excepté celui de chaux par la voie sèche, est absolument la même que celle de l'acide sulfurique dans les sulfates correspondans. (*Voyez* le tableau ci-dessus.)

3°. Le sulfure de chaux exerce sur le soufre une affinité moins grande que les autres sulfures, puisqu'en se dissolvant dans l'eau il forme constamment un hydrosulfure simple ; les autres donnent toujours naissance à des hydrosulfures sulfurés ; ce qui dépend peut-être de la différence de fusibilité.

4°. Le sulfure de soude et sans doute celui de potasse paraissent décomposer l'alcool en absorbant l'oxigène et l'hydrogène, et mettant son carbone à nu.

5°. Les doses de soufre prescrites par les dispensaires de pharmacie pour préparer les sulfures de potasse et de soude sont beaucoup trop petites, puisqu'elles ne sont que la moitié de celles des sous-carbonates ; tandis que

ces doses doivent être à-peu-près égales pour obtenir des sulfures saturés.

6°. Il paraît résulter encore de mes expériences la preuve de l'influence de l'acide hydrochlorique dans la formation du sulfure d'ammoniaque, à l'aide de son hydrogène.

7°. Certains sulfates métalliques sont décomposés et convertis en sulfures par le soufre à l'aide de la chaleur.

8°. Le charbon, à une haute température, décompose la potasse du sulfate de cette base, et convertit celui-ci en sulfure de potassium.

9°. Enfin, il est probable, mais non encore démontré, que, dans tous les sulfures faits avec les oxides alcalins à une chaleur rouge, ces derniers perdent leur oxigène et sont unis au soufre à l'état métallique, comme cela a lieu dans les autres sulfures métalliques.

NOTE

Sur la Fabrication des Médailles coulées.

PAR M. CHAUDET,

Essayeur provisoire des Monnaies (1).

L'ART de fabriquer les médailles coulées s'étant perdu par la succession des temps, car tout atteste que les an-

(1) Cette Note nous a été communiquée le 28 juillet.

ciens fabriquaient ainsi leurs belles médailles, était un art tout-à-fait à créer. M. d'Arcet, auquel les sciences et les arts sont redevables de tant de découvertes importantes et de procédés ingénieux, m'engagea, il y a quelque temps, à me charger de ce soin; ce que j'entrepris avec d'autant plus de plaisir, que ce savant voulut bien me promettre ses conseils.

Je ne commencerai donc point cette Note sans lui en témoigner ici toute ma reconnaissance.

J'ai profité du travail auquel j'allais me livrer, pour donner au cuivre rouge, qu'on emploie maintenant à la fabrication des médailles (1), un degré de dureté qui rendît ces dernières moins susceptibles de s'altérer, ce qui d'ailleurs devait avoir l'avantage de faire obtenir des empreintes plus nettes, et de gêner moins pour l'achat du cuivre, puisqu'il est rare de trouver ce métal exempt d'étain. Je commençai donc par faire quatre alliages de cuivre et d'étain, dans lesquels ce dernier métal se trouvait au cuivre dans la proportion de 2, 4, 6 et 8 sur cent d'alliage, dans le but de voir à laquelle de ces proportions d'étain il conserverait assez de ductilité pour subir l'action du balancier sans gercer (2). Ces alliages,

(1) La nécessité où l'on est dans la manière actuelle de fabriquer les médailles, de forger les lingots de cuivre, de les passer au laminoir et de les découper, oblige de n'employer que du cuivre rouge parfaitement pur, une petite quantité d'étain le roidissant et lui donnant de l'aigreur.

(2) Il est impossible d'éviter le coup du balancier; mais il n'est ici nécessaire que pour réparer la médaille, la polir, et non pour la frapper, puisque le moule donne des empreintes parfaites.

faits avec du cuivre pur et de bon étain, se sont trouvés tous plus ou moins aigres sous le marteau, n'ont pu se forger ni à chaud ni à froid, et ont tous plus ou moins gercé par l'action du laminoir : néanmoins je fis faire par un bon mouleur en sable quatre moules séparés de quatre médailles de petit bronze du diamètre de 18 lignes, dont la gravure était assez chargée de détails, et qui étaient du poids de 38 grammes. Les moules étant bien secs, je coulai dans le premier une médaille de mon premier alliage, à 2 pour 100 d'étain; dans le second, une médaille de mon alliage à 4 pour 100, et ainsi de suite. Elles vinrent très-bien; mais elles ne pesaient que 31 et 32 grammes, c'est-à-dire, 7 à 6 grammes de moins que les médailles qui avaient servi à faire les moules : le sable de ces derniers y adhérait si fortement qu'il fut impossible d'en priver totalement la première, soit qu'on la brossât à sec avec une brosse dure, soit en la mouillant, soit enfin en la laissant séjourner dans de l'acide nitrique faible. Je fis alors recuire cette médaille pour tâcher d'en enlever ces portions de sable qui auraient indubitablement altéré les carrés, et lorsqu'elle fut légèrement rouge, on la jeta dans de l'acide sulfurique marquant 10° à l'aréomètre de Baumé; on la lava, on la sabla, ainsi qu'on le pratique pour les médailles ordinaires; et après l'avoir lavée de nouveau et séchée, on la porta au balancier, dont elle reçut deux coups. La médaille se rengraina très-bien, ne gerça point; mais il nous arriva une chose que je n'avais point prévue; c'est que cette médaille étant extrêmement poreuse, au moment où on la jeta dans l'acide sulfurique pour la dérocher, elle absorba, ainsi que l'aurait fait une éponge, une grande quan-

tité de deuto-sulfate de cuivre formé pendant le dérochage ; de sorte qu'au moment où les molécules du cuivre se trouvèrent rapprochées par la forte pression du balancier, le deutosulfate de cuivre en dissolution en sortit, vint se décomposer sur le fer des carrés, et ces derniers se trouvèrent couverts d'une légère couche de cuivre rouge, et mouillés en même temps par la dissolution de deutosulfate de cuivre non décomposé et par la petite portion de protosulfate de fer formé. Quoique ces carrés fussent de peu de valeur et réservés à ces expériences, je les fis laver de suite; on les sécha, et après y avoir laissé séjourner, demi-heure environ, une couche d'huile de pieds de bœuf qu'on emploie ordinairement pour les préserver de l'oxidation, on les nettoya de nouveau, et nous continuâmes notre opération.

Notre médaille, ayant donc reçu deux premiers coups de balancier, fut recuite de nouveau, dérochée, sablée, lavée, séchée et portée au balancier, dont elle reçut deux nouveaux coups. Il sortit encore un peu de dissolution de cuivre, mais très-peu, et je me suis assuré, par l'expérience, qu'elle provenait encore du premier dérochage, et non du second; car les pores du cuivre, resserrés par les deux premiers coups du balancier, ne lui permettaient plus d'en absorber. Elle ne gerça point du tout, et l'avis du monnoyeur étant que deux coups de balancier suffiraient pour la terminer, on la bronza (1); ce qui se fit

(1) Lorsque les médailles de cuivre sortent de dessous le balancier, elles sont rouges et ont le brillant métallique du cuivre parfaitement pur. Dans cet état, elles ne tarderaient point à se ternir à l'air, vu l'oxidabilité du cuivre, et à pré-

en la laissant quelques instans dans une liqueur bouillante composée d'une certaine quantité d'acide acétique faible, d'hydrochlorate d'ammoniaque et de sous-deutoacétate de cuivre. Cette opération terminée, et la médaille ayant été lavée et séchée, on lui donna deux derniers coups de balancier, après lesquels elle se trouva terminée (1). Ce qui faisait en tout six coups de balancier, au lieu de dix et douze qu'exigent ordinairement les médailles de ce diamètre.

La deuxième médaille, qui contenait 4 pour 100 d'étain, après avoir été débarrassée, au moyen de la lime, de quelques ébarbures que le moule y avait occasionnées, fut immédiatement portée au balancier, dont elle reçut deux coups. Elle ne gerça point; mais elle rengraina moins bien que la première, et doubla dans quelques parties. On la fit recuire, opération alors nécessaire pour rendre au cuivre la ductilité que lui avait ôtée la forte pression du balancier, et sans laquelle de nouveaux coups auraient été presque sans effet. Après donc l'avoir fait recuire, dérochée, sablée, lavée et séchée, elle reçut deux coups de balancier. Les parties qui avaient doublé étaient

---

senter diverses nuances qui, jetant sur les médailles des reflets différens, nuiraient au fini de la gravure, et seraient également désagréables et fatigantes à l'œil.

Pour remédier à cet inconvénient, on bronze, ou, ainsi qu'on le dit encore, on patine les médailles de cuivre, en les couvrant d'une couche d'oxide de cuivre, dont la teinte est ordinairement couleur chocolat.

(1) On donne toujours deux coups de balancier après la patine, pour la faire adhérer fortement au cuivre.

à peine sensibles à la loupe. On la bronza; elle reçut encore deux coups de balancier, et elle fut terminée. Ce qui faisait, ainsi que pour la première, six coups de balancier. On remarquait dans son *champ* de petites taches plus foncées que le reste.

La troisième médaille, qui contenait 6 d'étain au 100, après avoir été bien nettoyée et limée à l'endroit du jet, fut portée sous le balancier, dont elle reçut deux coups. Elle doubla légèrement, et avait une gerçure extrêmement sensible à la loupe. Après l'avoir recuite, dérochée, lavée, sablée, lavée et séchée, on lui donna deux nouveaux coups; mais ils produisirent peu d'effet, parce que cette médaille, qui était la plus légère des quatre, devint si mince après ces quatre coups de balancier, que le coin supérieur reposant sur la virole sans pouvoir l'atteindre, son action devint nulle; ce qui nous mit dans la nécessité de l'abandonner.

La quatrième médaille coulée, qui contenait 8 d'étain au 100, exigea huit coups de balancier pour être terminée, gerça dès les deux premiers coups, et le monnoyeur se plaignit de sa dureté. Le *champ* en était comme pointillé.

Cette première expérience nous démontrait l'impossibilité de pousser au-delà de 4 au 100 la proportion de l'étain, puisqu'à 6 la matière gerçait déjà; en second lieu, il était nécessaire de rendre aux médailles coulées leur poids primitif, non-seulement pour satisfaire à cette partie de la loi sur les médailles qui en détermine le poids suivant le diamètre, mais encore pour éviter de voir mettre au rebut un certain nombre de médailles coulées dont la minceur aurait été un obstacle à les frapper, ainsi que

cela nous était arrivé pour notre troisième médaille, que nous fûmes obligés d'abandonner pour cette raison; enfin, il était encore nécessaire de trouver un ponsif qui n'adhérât point aussi fortement aux médailles, et ne leur donnât point le greneti désagréable à l'œil que nous avions remarqué dans le *champ* de la plus grande partie des médailles que nous avions faites.

Dans le but d'obvier à ces divers inconvéniens, et pour commencer à rendre aux médailles leur poids primitif, je fis mouler dans le même cadre les quatre médailles qui m'avaient servi dans la première expérience, avec le soin de faire faire un jet beaucoup plus fort. J'avais bien l'intention, en faisant cette expérience, de remédier, s'il était possible, au greneti; mais je ne pus jamais obtenir de la routine du mouleur qu'il mît autre chose que le sable qui lui servait seul à faire ses moules.

Les moules étant donc bien secs, je coulai avec un alliage composé de 96 parties de cuivre pur et de 4 parties d'étain également pur : les quatre médailles vinrent assez bien; le sable y adhérait beaucoup (1); elles étaient, à très-peu de chose près, égales en poids, et au lieu de 6 à 7 grammes qu'elles avaient perdus dans la première expérience, où le jet était du poids de 80 grammes, elles n'avaient perdu que 2 à 3 grammes, le jet, dans cette seconde expérience, étant de 120 grammes.

---

(1) Le sable des moules adhère d'autant plus aux médailles, et celles-ci sont d'autant plus légères, que la matière a été coulée plus chaude. J'ai remarqué que les empreintes ne se prenaient jamais si bien que lorsque la matière coulait dans un état pâteux.

Je recommençai cette opération en augmentant de nouveau le poids du jet, et je m'assurai, par l'expérience, qu'au-delà de 120 grammes les médailles perdaient presque toujours autant, et qu'il était impossible d'obtenir par ce moyen le poids desiré.

Je fis frapper alors mes quatre médailles par les moyens ordinaires, avec des *flans* préparés exprès, du poids de 44 grammes, au lieu de 38. Je fis faire des moules avec ces quatre médailles. Je coulai de mon alliage contenant 4 pour 100 d'étain, et j'obtins des médailles dont le poids ne s'éloignait pas du poids primitif de plus d'un demi-gramme.

Ces médailles, portées au balancier, furent terminées en quatre et six coups; une seule gerça légèrement, ce qui tenait sans doute à quelques défauts dans le cuivre qui la composait. Leur *champ* était, comme dans les autres, pointillé; on y sentait le sable, et c'était là le seul inconvénient qu'il me restait à éviter pour terminer ce travail.

N'espérant point surmonter la routine des mouleurs en sable, je pris le parti de me faire mouleur moi-même, et je me munis des instrumens nécessaires à cet art, comme cadre en cuivre, sable à mouler, maillet, etc.

Après avoir réfléchi quelques instans sur la substance qui pourrait me servir de ponsif, c'est-à-dire, qui serait susceptible d'une division impalpable, qui jouirait en même temps de la propriété de se dissoudre complètement dans les acides faibles, et pourrait facilement faire pâte avec l'eau, je pensai que les os calcinés, pilés, lessivés et séchés rempliraient bien ce but, puisqu'ils possédaient ces trois qualités. En conséquence, je fis mes

moules tout-à-fait de cette matière, sans employer par conséquent de sable. Lorsqu'ils furent secs, je coulai de l'alliage contenant 4 d'étain au 100, et j'obtins des médailles infiniment plus polies : ce qui surtout me parut précieux, c'est que les os s'en détachèrent d'eux-mêmes; ce qui ne mettait point dans la nécessité de brosser longtemps, comme on est obligé de le faire pour les médailles coulées en sable, et ce qui d'ailleurs n'aurait point été nécessaire à l'égard des os s'ils eussent adhéré, puisque le séjour dans un peu d'acide acétique ou d'acide hydrochlorique faible aurait suffi pour les en débarrasser.

Ces médailles furent frappées en quatre et six coups de balancier, et ne présentèrent dans leur *champ* que de faibles points, à peine sensibles à la loupe; ce à quoi on remédierait d'autant plus facilement que les os employés étaient loin d'avoir le degré de finesse qu'ils sont susceptibles d'acquérir, et qui serait d'autant moins coûteux à leur donner, que, dans une fabrication en grand, on ne s'en servirait que comme ponsif, c'est-à-dire, à la partie du moule seulement qui reçoit l'empreinte, et qu'il en faudrait par conséquent une très-petite quantité.

Il est facile de voir, d'après ces expériences, combien ce moyen est supérieur à celui employé maintenant (1):

(1) Le procédé employé maintenant à la fabrication des médailles consiste à se procurer, dans le commerce, du cuivre parfaitement pur; à le forger à chaud; à le laminer de l'épaisseur convenable, et à le recuire plusieurs fois pendant cette opération; à découper les *flans;* à les *échopper* pour faire disparaître les inégalités qui pourraient être à leur surface, ainsi que les vents qui s'y trouvent quelquefois; à unir

d'abord, médailles plus dures, et par conséquent moins susceptibles d'être déformées; fabrication au moins doublée, puisqu'il ne faut tout au plus que moitié des coups de balancier et des recuits qu'on donne par l'ancien moyen, lesquels mettent chaque fois dans la nécessité de dérocher, de laver, de sabler, etc.; avantage énorme sur les médailles de grand bronze, qui reçoivent jusqu'à quatre-vingts coups de balancier; tandis que les nouvelles n'en exigeraient que quarante, et peut-être même beaucoup moins; enfin, économie de carrés, puisqu'ils pourraient

---

les bords au moyen de la lime; à les recuire; à les dérocher dans de l'*acide* sulfurique faible; à les laver; à les sabler, c'est-à-dire, à les frotter avec du sable fin au moyen d'une brosse; à les laver de nouveau; à les sécher dans des linges; à les porter sous le balancier, où ils reçoivent depuis dix jusqu'à quatre-vingts coups de balancier, suivant leur diamètre et la nature de la gravure, pendant lesquels ils sont constamment recuits, dérochés, lavés, sablés, lavés et séchés de deux en deux coups de balancier; ce qui est indispensable pour rendre au cuivre durci par la pression du balancier sa première ductilité, sans laquelle de nouveaux coups de balancier seraient presque sans effet sur les détails de la gravure; enfin, à *bronzer* ou *patiner* la médaille; opération qui consiste à la tenir quelques instans dans une liqueur bouillante composée d'une certaine quantité de vinaigre, de vert-de-gris, et de sel ammoniac; opération après laquelle on lui donne un à deux coups de balancier, pour faire adhérer la *patine* nécessaire pour empêcher que le cuivre ne s'oxide de manière à nuancer la médaille différemment; ce qui occasionnerait des reflets qui nuiraient à son fini.

fabriquer, sans être réparés, au moins deux fois plus de médailles qu'ils n'en frappent ordinairement.

La question de savoir si l'on peut fabriquer des médailles en les coulant, depuis long-temps décidée par le raisonnement, l'est donc maintenant par l'expérience ; et l'avantage démontré que présente ce moyen sur celui qui est suivi, doit faire desirer qu'il soit adopté.

SUR *les Angles de quelques Cristaux déterminés avec le goniomètre à réflexion.*

Par WILLIAM PHILLIPS.

(Extrait des *Transactions of the geological Society*, vol. IV, 1817.)

ON trouve, dans le grand *Traité de Minéralogie* de M. Haüy, et dans son *tableau comparatif des résultats de la cristallographie et de l'analyse chimique*, les élémens des formes cristallines de la plupart des minéraux connus. M. Phillips donne, dans l'écrit que nous analysons, les résultats auxquels il est parvenu de son côté, en mesurant les inclinaisons mutuelles des faces de quelques cristaux à l'aide de l'ingénieux instrument que M. Wollaston a décrit, il y a plusieurs années, sous le nom de *goniomètre à réflexion*. Nous allons faire connaître successivement ces nouvelles déterminations, et les rap-

procher des nombres qu'a adoptés l'illustre minéralogiste français.

Quarz.

La forme primitive du *quarz* est un rhomboïde un peu obtus. M. Phillips a cherché à déterminer les inclinaisons mutuelles des faces, sur un grand nombre de petits cristaux primitifs qu'on trouve près de Bristol. La réflexion n'était pas parfaitement régulière : les résultats pour l'un des angles varièrent entre 94°.12′ et 94°.17′, et pour l'autre, entre 85°.44′ et 85°.52′.

Parmi 300 très-petits cristaux de quarz, connus en Angleterre sous le nom de *diamans de Gibraltar*, l'auteur en choisit un certain nombre dont les faces produisaient une réflexion parfaitement régulière, et qui néanmoins ne donnaient pas des résultats tout-à-fait identiques. M. Phillips adopte les deux valeurs 94°.15′ (1) et 85°.45′, qui ont l'avantage d'être intermédiaires entre les plus grandes et les plus petites déterminations, et d'avoir été fournies immédiatement par plusieurs des plus beaux échantillons de Gibraltar, par deux de Bristol et trois de Cornouailles. Les inclinaisons auxquelles M. Haüy s'est arrêté sont 94°.24′ et 85°.36′. La première surpasse la plus forte détermination de M. Phillips; la seconde est inférieure aux plus faibles que le même minéralogiste ait obtenues.

---

(1) En se servant d'un goniomètre répétiteur à réflexion, Malus avait trouvé pour cet angle 94°.16′. (Voyez *Mémoires d'Arcueil*, tome III, page 131.)

Sulfate de Baryte.

Huit cristaux de sulfate de baryte qui, à cause de la netteté de leurs faces, avaient été choisis parmi plusieurs centaines d'échantillons différens, furent successivement placés sur le goniomètre à réflexion. Tout portait à penser qu'on arriverait à des résultats concordans : néanmoins les valeurs d'un des angles varièrent entre 101°.25′ et 101°.51′, et celles de l'autre entre 78°.10′ et 78°.28′. Des épreuves analogues faites sur les faces artificielles obtenues par un clivage parallèle aux faces naturelles, donnèrent constamment 101°.42′ pour l'un des angles, et 78°.18′ pour l'autre. Ce sont là les résultats que M. Phillips adopte. Suivant M. Haüy, la forme primitive de la baryte sulfatée est un prisme droit à bases rhombes avec des angles de 101°.32′.13″ et 78°.27′.47″.

Sulfate de Strontiane.

La forme primitive du sulfate de strontiane est un prisme droit à bases rhombes dont les angles, suivant M. Haüy, sont 104°.48′ et 75°.12′.

En opérant avec le goniomètre à réflexion sur les faces naturelles de plusieurs de ces cristaux, M. Phillips a trouvé pour l'angle obtus des valeurs assez discordantes, mais toutes inférieures à celle que M. Haüy adopte : car elles sont comprises entre 103°.45′ et 104°.17′; les plans réfléchissans semblaient être, néanmoins, d'une grande pureté. Les observations présentèrent plus d'accord lorsqu'on se servit de petits cristaux qu'on avait obtenus, par la division mécanique, en enlevant

avec tout le soin possible des lames parallèles aux faces naturelles du prisme. Cinq petits cristaux, extraits ainsi de ceux qu'on trouve dans les environs de Bristol, se sont accordés à donner 104° pour la valeur de l'angle obtus, et 76° pour celle de l'angle aigu. Ces résultats ont été confirmés sur les faces naturelles d'un cristal de Sicile.

Fer spéculaire.

La forme primitive du fer spéculaire (*fer oligiste*) est un rhomboïde un peu aigu. Les inclinaisons des faces, suivant M. Haüy, sont 87°.9′ et 92°.51′. M. Phillips a trouvé. . . . . 86°.10′ et 93°.50′.

Six rhomboïdes extraits par le clivage de quelques cristaux de l'île d'Elbe, donnèrent tous les mêmes résultats.

Corindon.

Forme primitive, rhomboïde un peu aigu. Inclinaisons des faces, suivant M. Haüy. . . . . . . 86°.38′ et 93°.22′.

D'après M. Phillips . . . . 86°.4′ et 93°.56′.

Les angles mesurés sur les faces naturelles du corindon présentent très-peu d'accord. M. Phillips a trouvé depuis 93°.45′ jusqu'à 94°.3′; il attribue ces variations à des couches de matières étrangères interposées entre les lames du cristal; telle serait aussi, suivant lui, la cause du peu d'adhérence des lames : on sait que le corindon est un des corps les plus durs de la nature, et que néanmoins on le divise sans de grands efforts. Quoi qu'il en soit du mérite de cette conjecture, on voit qu'il y aura de l'avantage à n'opérer que sur des lames très-minces. Les mesures de M. Phillips ont été prises à l'aide de fragmens extrême-

ment petits qui s'étaient détachés d'un cristal qu'on serrait fortement entre les mâchoires d'un étau. Avec quatre de ces fragmens, on trouva pour l'angle aigu 86°.4'. Il ne fut possible de mesurer l'angle obtus que sur l'un d'eux; mais il était tout juste le supplément du nombre précédent ou 93°.56'.

De très-petits fragmens de saphir et de rubis oriental, détachés également par l'action des tenailles, donnèrent de même 86°.4' pour l'un des angles, et 93°.56' pour l'autre.

Carbonate de plomb.

L'octaèdre rectangulaire est la forme primitive du plomb carbonaté. D'après M. Haüy, les faces opposées, dans chacune des deux pyramides quadrangulaires adossées qui composent ce solide, sont inclinées, les unes par rapport aux autres, sous des angles de 62°.56' et 70°.30'. M. Phillips trouve. . . . . 62°.42' et 71°.40'. Ces dernières mesures ont été prises sur un cristal extrait par la division mécanique d'une masse amorphe de carbonate de plomb. En confirmation de ses résultats, M. Phillips rapporte que le goniomètre à réflexion lui a donné, pour les inclinaisons des faces de la pyramide supérieure sur les faces correspondantes de la pyramide opposée, les nombres 117°.18' et 108°.20', qui font tout juste les supplémens de 62°.42' et de 71°.40'.

Sulfate de plomb.

Aucune substance cristalline ne semble devoir se mieux prêter à l'usage du goniomètre à réflexion que le sulfate de plomb : les cristaux sont ordinairement très-purs,

les faces très-brillantes, et néanmoins les mesures consignées dans le Mémoire présentent des discordances qui vont jusqu'à 16'. M. Phillips en tire cette conséquence qu'on ne doit compter sur les résultats obtenus dans la mesure des angles des cristaux, quelle que soit la méthode qu'on emploie, que lorsque plusieurs échantillons ont conduit aux mêmes valeurs.

M. Haüy regarde l'octaèdre rectangulaire comme la forme primitive du plomb sulfaté. Suivant lui, une face de la pyramide supérieure fait, avec la face contiguë sur la pyramide opposée, un angle de 109°. 18'. Les deux autres faces se rencontreraient sous une inclinaison de 78°. 28'. D'après M. Phillips, le premier angle est de 101°. 20', et le second de 76°. 12'. Ces résultats sont trop différens pour qu'il ne soit pas nécessaire de remarquer que, sur sept cristaux distincts, l'un des angles ne varia qu'entre 76°. 4' et 76°. 20', et que seize mesures de l'autre angle prises sur divers échantillons restèrent comprises entre 101°. 12' et 101°. 28'. Les observations directes des angles supplémentaires, dit M. Phillips, n'ont pas oscillé dans des limites plus éloignées, et semblent venir à l'appui du résultat qu'il adopte. (N'y aurait-il pas ici quelque méprise?)

Oxide d'étain.

La forme primitive est un octaèdre dans lequel la base des deux pyramides est un carré. Par le goniomètre ordinaire, M. Haüy a trouvé pour l'angle de deux faces 67°. 42'. Le goniomètre à réflexion, appliqué à des faces artificielles, a donné 67°. 50'.

Zircon.

M. Phillips a opéré sur les faces naturelles de ce cristal; il trouve 84°. 20′ pour le même angle de l'octaèdre obtus auquel M. Haüy a assigné une valeur de 82°. 50′.

Staurotide.

La staurotide se présente sous la forme d'un prisme droit rhomboïdal. Deux des faces, suivant M. Haüy, se rencontrent sous un angle de 129°. 30′. M. Phillips donne 129°. 20′; il s'est servi de trois cristaux du Saint-Gothard qui lui ont tous donné le même résultat : les mesures ont été prises sur les plans naturels.

Titane anatase.

Deux cristaux d'anatase suffisamment purs pour l'usage du goniomètre à réflexion donnèrent, pour l'inclinaison d'une face de la pyramide supérieure sur la face correspondante de la pyramide opposée, 136°. 47′. Par le goniomètre ordinaire, M. Haüy avait trouvé 137°. 10′.

Diopside

Dans le prisme rhomboïdal oblique sous lequel se présente ce cristal, une face rencontre sa voisine, d'après M. Haüy, sous l'angle de 87°. 42′. M. Phillips a trouvé 87°. 5′. La mesure directe des angles supplémentaires a confirmé ce résultat. Les cristaux dont M. Phillips s'est servi avaient été détachés par l'action des pinces.

Deux cristaux de pyroxène ont donné pour les pans naturels 86°. 55′ et 87°. 5′. Sur deux autres cristaux l'angle obtus était égal à 93°.

Cyanite (Disthène).

La forme primitive de ce cristal est un prisme oblique à base rectangulaire. Ses faces naturelles ne sont jamais assez nettes pour qu'on puisse déterminer leurs incidences, avec quelque certitude, à l'aide du goniomètre à réflexion. Des fragmens brillans obtenus par la division mécanique se sont accordés à donner 106°.15′ pour l'inclinaison d'une face sur la base. M. Haüy n'avait porté la valeur de cet angle qu'à 106°.6′.

ANALYSE *de l'Eau de mer, et Observations sur l'analyse des sources salées.*

Par JOHN MURRAY.

(Lu, le 15 avril et le 20 mai 1816, à la Société royale d'Edinburg.)

(*Extrait.*)

LES chimistes ne sont point d'accord sur la composition de l'eau de mer, non-seulement par rapport aux proportions des sels qu'elle tient en dissolution, mais encore par rapport à leur nature.

Lavoisier a trouvé, dans 100 parties d'eau qui avait été puisée à la côte de Dieppe, à quarante lieues en mer (1):

---

(1) *Mémoires de l'Académie*, 1772.

Muriate de soude,	1,376;
Muriate de magnésie,	0,156;
Muriate de chaux et de magnésie,	0,257;
Carbonate et sulfate de chaux,	0,093;
Sulfate de soude et de magnésie,	0,085.
	1,967 (1).

Suivant Bergman, l'eau de mer ne contient que du muriate de soude, du muriate de magnésie et du sulfate de chaux; mais son analyse est évidemment inexacte, puisqu'il ne parle point du sulfate de magnésie, qu'on sait exister dans l'eau de mer en quantité considérable. (*De Aquâ pelagicâ*, Opusc. I. 179.)

MM. Bouillon-Lagrange et Vogel ont analysé de l'eau de mer prise en trois endroits différens sur les côtes de France, à Dieppe, à Bayonne et à Marseille, et ils ont trouvé que l'eau de l'Océan atlantique contient, sur 100 parties :

Muriate de soude,	2,510;
Muriate de magnésie,	0,350;
Sulfate de magnésie,	0,578;
Carbonate de chaux et de magnésie,	0,020;
Sulfate de chaux,	0,015;
Acide carbonique,	0,023.
	3,496.

(1) Cette proportion n'est à-peu-près que la moitié de celle trouvée par la plupart des chimistes. M. Thomson, dans son *Système de Chimie*, dit, au contraire, que Lavoisier a trouvé dans l'eau de mer presque vingt centièmes de matières

L'eau de la Méditerranée leur a fourni les mêmes principes, seulement le muriate et le sulfate de magnésie en quantité un peu plus considérable; et ils ont conclu de leur analyse que l'eau de mer ne contient ni sulfate de soude ni muriate de chaux. (*Ann. de Ch.*, vol. LXXXVII, p. 190.)

MM. Pfaff, Link et Lichtemberg, cités par MM. Bouillon-Lagrange et Vogel, ont aussi analysé l'eau de la mer Baltique; mais leurs résultats diffèrent beaucoup entr'eux. M. Pfaff a trouvé une si grande quantité de muriate de chaux que l'on doit soupçonner quelque erreur dans son analyse. Les résultats de M. Lichtemberg, au contraire, se rapprochent de ceux obtenus par MM. Bouillon-Lagrange et Vogel.

D'après ces diverses incertitudes sur les principes constituans de l'eau de mer, une nouvelle analyse ne peut être sans intérêt. En outre, le principe que j'ai développé dans un autre Mémoire sur l'analyse des eaux minérales, savoir, que les substances obtenues n'y étaient pas toujours contenues originairement, mais qu'elles sont souvent des produits de nouvelles combinaisons dues aux opérations analytiques, peut éclairer sur les conclusions qu'on doit tirer des analyses, et de plus servir à expliquer quelques-uns des résultats précédens. (*Ann. de Chim.*, vol. XCVI, p. 217.) Ainsi, en appliquant ce principe à l'analyse de Lavoisier, qui diffère de celle des autres chimistes en ce qu'il a trouvé du muriate de

---

salines; et il s'en étonne avec raison; mais il est très-probable qu'il a pris 4 livres, au lieu de 40, pour la quantité d'eau analysée par Lavoisier. R.

chaux et du sulfate de soude, il est évident que ces deux sels se seraient mutuellement décomposés pendant l'évaporation, et qu'ils auraient produit du muriate de soude et du sulfate de chaux. Il est conséquemment très-probable que le dernier de ces sels, qu'on obtient dans toutes les analyses de ce genre, n'a pas d'autre origine. Mais, dans cette supposition, il serait encore difficile d'expliquer les résultats de Lavoisier en les supposant exacts; et quoique j'aie trouvé que le sulfate de soude et le muriate de chaux ne se décomposent pas complètement en évaporant leur dissolution à siccité (*Trans.* VII, 475), il m'a paru plus convenable de répéter l'analyse de Lavoisier en opérant comme il l'a fait.

A. Quatre pintes d'eau de mer (1) prise dans le golfe appelé *Frith of Forth*, près de Leith, soumises à l'ébullition jusqu'au moment où il a commencé à se former une pellicule saline à la surface du liquide, ont donné un résidu qui, lavé et séché, pesait 25 grains.

B. La liqueur, évaporée à siccité par une chaleur d'environ 65° c., a laissé une matière saline pesant 1025 grains. Pour séparer les sels qu'elle contenait, on a versé dessus environ 4 onces d'alcool, de la densité de 0,84, qu'on a laissé agir pendant douze heures, en agitant de temps en temps. L'alcool ayant été décanté, on a lavé le résidu avec une once de nouvel alcool, et on l'a ensuite réuni au premier.

C. Le résidu, desséché, pesait 890 grains; par conséquent l'alcool avait dissous 135 grains, composés principalement de muriates terreux.

---

(1) Une pinte anglaise équivaut à 0,473 lit.

D. La matière saline a été mise en digestion avec 9 onces d'alcool plus faible, composé de 2 parties de l'alcool précédent et 1 d'eau : on a chauffé presque jusqu'à l'ébullition en remuant fréquemment, et après avoir décanté la liqueur pendant qu'elle était encore chaude, on a versé sur la matière saline 4 onces du même alcool, et après l'avoir laissé déposer, on l'a réuni au premier. La plus grande partie de la masse saline, composée principalement de muriate de soude, a été ainsi dissoute.

E. Le résidu a été ensuite traité par de l'alcool encore plus faible, composé de 3 parties d'alcool et de 4 d'eau, dans l'intention de dissoudre le sulfate de magnésie et celui de soude ; et, au moyen de la chaleur, on a en effet obtenu une forte dissolution saline.

F. Pour séparer ces sels plus complètement du résidu, on a lavé ce dernier avec de petites portions successives d'eau chaude, et on a encore obtenu une dissolution saline, ayant la même saveur que la précédente.

G. Enfin, il est resté une poudre douce, légère, sans saveur et insoluble.

Il restait maintenant à examiner ces divers produits d'une manière plus particulière, pour déterminer leur nature et évaluer leur quantité.

La poudre de l'expérience *A*, traitée par de l'alcool très-faible, acidulé avec de l'acide muriatique, a fait effervescence et a laissé 22 grains de sulfate de chaux. La liqueur évaporée a fourni une matière déliquescente qui, chauffée avec de l'acide sulfurique, a donné des produits équivalens à 1,7 grains de carbonate de magnésie et 1,2 de carbonate de chaux.

La solution alcoolique de l'expérience *B* n'a manifesté aucune trace de chaux par l'addition de l'oxalate d'ammoniaque. Evaporée à siccité et traitée de nouveau par l'alcool, elle a laissé un peu de muriate de soude qu'on a réuni à la dissolution *D*. Décomposée par l'acide sulfurique, elle a produit 105,9 grains de sulfate de magnésie sec, équivalens à 88,5 de muriate réel.

La solution *D*, en refroidissant, a laissé déposer des cubes de muriate de soude. L'oxalate d'ammoniaque n'y a produit aucun effet; mais le carbonate de potasse et le muriate de baryte ont légèrement troublé sa transparence. Par l'évaporation, elle a constamment donné du muriate de soude. Le dernier sel obtenu s'est humecté un peu à l'air, ce qui annonçait la présence du muriate de magnésie, et l'eau-mère a produit par l'évaporation une masse saline déliquescente. Cette masse et la dernière portion de muriate de soude ont été lavées avec de l'alcool, et l'on a ainsi obtenu du muriate de magnésie qui a produit 12,4 grains de sulfate, correspondans à 9,7 de muriate réel. La matière laissée par l'alcool ayant été dissoute dans l'eau, a donné, par une évaporation lente, du sulfate de magnésie en prismes, qui, étant desséché, pesait 6,3 grains. Le poids du muriate de soude, exposé à une chaleur de 93°, était égal à 580 grains.

La dissolution *E*, après douze heures de repos, a donné des cristaux de sulfate de soude : dépouillés de toute humidité, ils pesaient 18 grains. La liqueur, étendue avec de l'eau distillée, n'a point été sensiblement altérée par l'oxalate d'ammoniaque; soumise à l'évaporation, elle a donné du muriate de soude, et la dernière eau-mère a abandonné des cristaux de sulfate de magné-

sie, dont le poids, après avoir été desséchés, était de 8,9 grains. Le muriate de soude obtenu pesait 170,8 grains.

Les premières portions de la solution aqueuse *F* avaient laissé déposer par le refroidissement des cristaux de sulfate de soude, et en l'évaporant toute convenablement, on a obtenu une nouvelle quantité du même sel qui, réunie à la précédente et desséchée, a pesé 44,2 grains. La liqueur, évaporée davantage, a donné 14,3 grains de muriate de soude et 6 de sulfate de soude sec.

Les diverses portions de muriate de soude recueillies s'élevaient à 765,1 grains; mais aucune n'était parfaitement pure. Leur solution se troublait par l'addition du sous-carbonate de soude et du muriate de baryte; ce qui indiquait la présence du sulfate de magnésie, ou celle du muriate de magnésie et du sulfate de soude. En lavant, en effet, le muriate de soude avec de l'alcool très-rectifié, on a obtenu 6,2 grains de muriate de magnésie réel. Comme le sel restant donnait encore des indices de la présence du sulfate de magnésie, on a ajouté à sa dissolution du sous-carbonate de soude. Le précipité, traité par l'acide sulfurique, a donné 16 grains de sulfate de magnésie sec. Cette quantité, retranchée du poids du muriate de soude, laisse 728,5 grains pour la quantité de ce dernier.

La poudre *G*, étant bien desséchée, pesait 7,5 grains. Traitée comme la poudre *A*, on a obtenu 3 grains de sulfate de chaux, 2,8 de carbonate de magnésie et 1,3 de carbonate de chaux.

En rapprochant ces divers résultats, on trouve que 4 pintes d'eau de mer contiennent:

Muriate de soude,	728,5;
Muriate de magnésie réel,	99,4;
Sulfate de magnésie réel,	23,5;
Sulfate de soude réel,	30,2;
Sulfate de chaux réel,	25,0;
Carbonate de chaux,	2,5;
Carbonate de magnésie,	4,5.

Les deux derniers sels sont sans doute accidentels : le dernier peut provenir de la décomposition du muriate de magnésie par l'action de la chaleur, et de la combinaison de la magnésie avec l'acide carbonique que contient l'eau de mer, ou avec celui de l'air chaud pendant l'évaporation. Le carbonate de chaux peut avoir une origine semblable, ou provenir de l'action du carbonate de magnésie sur le muriate ou le sulfate de chaux. Ce qui prouve que ces vues sont justes, c'est que si l'on verse du muriate de baryte dans l'eau de mer, il ne se précipite que du sulfate de baryte (1). En convertissant donc le carbonate de magnésie en muriate et le carbonate de chaux en

(1) Nous n'adoptons point ces explications de l'auteur. La chaleur qu'il a employée pour évaporer l'eau de mer n'a pas été suffisante pour décomposer les muriates de magnésie et de chaux. Il est plus probable que les deux carbonates existent dans l'eau de mer, et qu'ils y sont tenus en dissolution à la faveur de l'acide carbonique qu'elle renferme, et qui, d'après MM. Bouillon-Lagrange et Vogel, est en quantité très-notable. Si M. Murray n'a pas obtenu du carbonate de baryte en versant du muriate de baryte dans l'eau de mer, c'est parce que l'acide carbonique en excès s'est opposé à sa précipitation, comme il s'opposait à celle du carbonate de chaux. R.

sulfate, on aura 103,6 grains pour la quantité totale du muriate de magnésie, et 28,4 grains pour celle du sulfate de chaux.

En réduisant ces proportions à 100 parties d'eau, on a (1):

Muriate de soude,	2,492;
Muriate de magnésie,	0,354;
Sulfate de magnésie,	0,081;
Sulfate de soude,	0,103;
Sulfate de chaux,	0,097.
	3,127.

Ces résultats ne s'accordent point avec ceux de Lavoisier, et je ne m'attendais pas à les obtenir. Je n'ai point trouvé de muriate de chaux, mais beaucoup de sulfate, et par conséquent la présence du sulfate de soude ne pouvant être attribuée à ce que ce sel n'a pu être décomposé par le muriate de chaux, par suite de quelque particularité dans le procédé, doit avoir une autre origine.

En outre, il est très-remarquable que, par ce procédé, on n'obtienne pas plus de sulfate de magnésie; car on sait que l'on prépare ce sel en grand par l'évaporation de l'eau de mer, et que l'on n'obtient que peu ou point de sulfate de soude. Pour savoir donc à quoi attribuer ces différences, j'ai recommencé l'analyse de l'eau de mer, et j'ai cherché à me rapprocher des procédés ordinaires en séparant les sels par des évaporations et des cristallisations successives.

(1) Nous avons pris, d'après Henry, une pinte d'eau égale à 473,14 grammes et à 7307,2 grains (*troy weight.*) R.

J'ai opéré sur 4 pintes d'eau, et j'ai d'abord obtenu du muriate de soude : les dernières portions étant moins pures que les premières et tombant en déliquescence à l'air, elles ont été redissoutes dans l'eau, et par l'évaporation on a obtenu la majeure partie du sel dans un plus grand état de pureté. Les eaux-mères, réunies et successivement évaporées, ont abandonné des cristaux de sulfate de magnésie avec un peu de muriate de soude ; et le liquide restant, convenablement rapproché, a donné par le refroidissement une masse cristalline en prismes déliés, qui est tombée entièrement en déliquescence à l'air, et qui par conséquent doit être principalement du muriate de magnésie.

Ces trois sels ne pouvant être regardés comme purs, on les a soumis à un nouvel examen. Le muriate de soude, en se dissolvant dans l'eau, a laissé un résidu insoluble, semblable à celui de la première analyse. Une nouvelle cristallisation ne l'ayant pas purifié suffisamment, il a été dissous une seconde fois ; et comme il n'était pas encore pur après une autre cristallisation, on l'a fortement desséché pour connaître son poids, et, après l'avoir dissous dans l'eau, on a décomposé le muriate de magnésie qu'il contenait par le sous-carbonate de soude.

Le sulfate de magnésie, purifié par des lavages à l'alcool et par de nouvelles cristallisations, contenait un peu de sulfate de soude qui s'est effleuri à l'air, et qu'on a séparé par ce moyen.

Le muriate de magnésie, après avoir été évaporé à siccité, a été purifié en le dissolvant dans l'alcool.

En réduisant les produits de cette analyse à 100 parties d'eau, j'ai trouvé :

Muriate de soude,	2,518;
Muriate de magnésie,	0,294;
Sulfate de magnésie,	0,175;
Sulfate de soude,	0,027;
Sulfate de chaux,	0,100.
	3,114.

Cette analyse et la précédente ont donné la même quantité de muriate de soude et de muriate de magnésie; mais, dans la dernière, on a obtenu du sulfate de magnésie avec une petite proportion de sulfate de soude; tandis que, dans la première, on a obtenu beaucoup plus de sulfate de soude et moins de sulfate de magnésie. Comment rendre raison de la différence de ces résultats?

Puisque la quantité relative de ces deux sels dépend évidemment de l'action différente de l'eau et de l'alcool sur le résidu de l'évaporation de l'eau de mer, il est évident que l'un doit avoir existé primitivement dans cette eau; et que l'autre est le produit de sa décomposition. En admettant quel est celui de ces deux sels qui était formé primitivement, il est facile de concevoir, dans chaque cas, le jeu des affinités qui a dû avoir lieu, en appliquant le principe de Berthollet, d'après lequel les combinaisons qui ne pourraient pas rester en dissolution dans un dissolvant donné sont toujours celles qui se forment et se séparent. Mais la difficulté est de savoir quels sont les sels qui sont formés dans un dissolvant qui peut les tenir tous en dissolution.

Si la force de cohésion peut modifier l'action chimique, au point de déterminer, parmi des sels dissous dans un milieu, les combinaisons qui y sont les moins

solubles, nous sommes, je pense, autorisés à conclure que l'inverse de cette force, c'est-à-dire, le pouvoir d'un dissolvant, peut produire des effets opposés, et rétablir les combinaisons qui avaient été détruites par la force de cohésion; de sorte que si, dans une dissolution concentrée, ce sont les composés les moins solubles qui se forment, ce seront, au contraire, les combinaisons les plus solubles qui se formeront dans une dissolution étendue. La force du dissolvant s'exerce avec plus d'avantage sur les sels qui sont les plus solubles; et conséquemment si des sels inverses étaient supposés exister, cette force les décomposerait et rétablirait les premiers, précisément comme la cohésion détermine la formation des composés les moins solubles lorsqu'elle est rendue suffisamment énergique. De là, on tirerait une règle très-simple, d'après laquelle on pourrait déterminer l'état d'une combinaison, savoir, que, dans un fluide contenant les élémens de plusieurs sels, les composés binaires qui y existeront seront ceux qui y sont le plus solubles; et les composés inverses auront seulement lieu lorsque la cohésion aura été suffisamment favorisée par la concentration du dissolvant. Ainsi, dans une dissolution aqueuse concentrée, contenant de l'acide muriatique, de l'acide sulfurique, de la soude et de la magnésie, il se formera du sulfate de magnésie et du muriate de soude; et, d'après le même principe, dans une dissolution étendue, il devra y exister du sulfate de soude et du muriate de magnésie.

Ce principe, s'il est juste, étant de la plus grande importance, puisqu'il nous mettrait en état de déterminer l'ordre des combinaisons binaires dans une dissolution

saline, je développerai encore le raisonnement sur lequel il est fondé.

Supposons que, dans une solution de plusieurs sels, l'acide et la base qui ont la plus forte attraction soient ceux qui sont les plus solubles, ou qui forment le composé le plus soluble, le pouvoir dissolvant du liquide, agissant en même temps, concourra avec leur attraction et favorisera leur combinaison. Mais supposons que l'attraction la plus puissante appartienne à l'acide et à l'alcali qui forment un composé insoluble, le pouvoir dissolvant contre-balancera cette attraction, et empêchera la combinaison; et plus ce pouvoir est augmenté, ce qui se fait en augmentant la quantité du dissolvant, plus l'attraction est contre-balancée. Généralement parlant, les combinaisons binaires qui se forment dans une solution étendue doivent être celles qui sont les plus solubles, et il faut des attractions très-puissantes pour les contre-balancer.

En appliquant ce principe à la composition de l'eau de mer, ou plutôt à la question concernant le sulfate de soude et le sulfate de magnésie, il est évident que le premier doit être considéré comme l'ingrédient primitif, et le second comme un produit de l'évaporation; car le muriate de magnésie et le sulfate de soude sont, au total, plus solubles dans l'eau que le muriate de soude et le sulfate de magnésie. D'après le même principe, il est encore plus évident que la chaux existe dans l'état de muriate de chaux, avec une portion de sulfate de soude équivalente à la quantité de sulfate de chaux qui est produite par l'évaporation. Conséquemment les sels existant réellement dans l'eau de mer sont le muriate de soude, le

muriate de magnésie, le muriate de chaux et le sulfate de soude (1).

La difficulté de séparer les sels les uns des autres par la cristallisation, même en se servant de l'alcool comme dissolvant ou comme précipitant, est si grande, qu'il est bien difficile de faire des analyses exactes par ce moyen. Il vaut mieux déterminer quels sont les acides et les bases qui existent dans la dissolution, et conclure ensuite, conformément aux vues les plus probables, quels sont les composés binaires qui existaient primitivement.

(1) On retire quelquefois du produit de l'évaporation de l'eau de mer un sel triple qui n'a pas été remarqué par les chimistes, et qui est un sulfate de magnésie et de soude (*). Après l'avoir purifié par des cristallisations, il est transparent, en rhombes tronqués sur les angles aigus, sur les angles et les bords obtus, et sur les bords terminaux, en considérant le rhombe comme un prisme à quatre pans. Les cristaux sont permanens à l'air; ils exigent un peu plus de trois parties d'eau pour se dissoudre à la température de 15°: ils n'éprouvent point la fusion aqueuse par la chaleur; mais ils décrépitent. Ils sont composés de:

Sulfate de magnésie,	32;
——— de soude,	39;
Eau de cristallisation,	28;
Perte,	1.
	100.

A.

(*) Ce sel a été décrit par Link, *Crell*, ann. 1796. I. 30. Le docteur Thomson en parle aussi dans son *Système de Chimie*, à l'article des *Sulfates*. R.

J'ai aussi employé ce moyen d'analyse afin de donner plus d'exactitude à mes résultats.

L'eau de mer ayant été réduite environ au quart de son volume par l'évaporation, on y a versé du muriate de baryte afin de séparer l'acide sulfurique.

La liqueur étant éclaircie, on a précipité la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et pour obtenir la magnésie, on a ajouté du carbonate d'ammoniaque, puis de l'acide phosphorique goutte à goutte, en ayant l'attention de conserver toujours un excès d'ammoniaque dans la liqueur. On a obtenu ainsi un précipité très-abondant de phosphate d'ammoniaque et de magnésie, duquel on a séparé l'ammoniaque en le calcinant à une chaleur rouge.

La liqueur a ensuite été évaporée à siccité, puis chauffée graduellement jusqu'au rouge : il est resté du muriate de soude dont les élémens sont connus. Mais comme on n'obtient point ainsi tout l'acide muriatique, puisqu'il s'en est dégagé une partie avec l'ammoniaque, par le moyen de la chaleur, il faut chercher quelle doit être la quantité de cet acide nécessaire pour saturer les bases, après avoir fait la part de l'acide sulfurique. J'ai trouvé, par ce procédé, que 100 parties d'eau de mer contiennent :

Chaux.	0,040 ;
Magnésie,	0,202 ;
Soude,	1,318 ;
Acide sulfurique,	0,197 ;
Acide muriatique,	1,337.
	3,094.

On peut faire telle supposition que l'on veut sur l'ordre de combinaison de ces élémens ; mais si l'on admet qu'ils étaient combinés dans le même ordre qu'on les a obtenus par l'évaporation, on trouvera :

Muriate de soude,	2,470 ;
——— de magnésie,	0,315 ;
Sulfate de magnésie,	0,212 ;
——— de chaux,	0,097.
	3,094.

La principale différence entre ces proportions et celles trouvées par les autres procédés d'analyse provient de ce que la quantité de magnésie et d'acide sulfurique est un peu plus grande ; mais cela vient évidemment de ce que les moyens employés ici pour les déterminer sont beaucoup plus exacts. En outre, dans l'analyse par les réactifs, on peut exclure plus complètement l'action de l'eau, et c'est à cela probablement qu'il faut attribuer la plus petite proportion de matières salines dans cette analyse que dans les précédentes.

J'ai déjà dit qu'il est plus probable que l'acide sulfurique est combiné avec la soude dans l'eau de mer ; et comme l'analyse par les réactifs est la plus exacte, on doit considérer le tableau suivant comme donnant l'approximation la plus grande de la véritable composition de l'eau de mer, soit par rapport à ses élémens, soit par rapport à leur proportion.

Muriate de soude,	2,180 ;
——— de magnésie,	0,486 ;
——— de chaux,	0,078 ;
Sulfate de soude,	0,350.
	3,094.

Je m'étais proposé d'ajouter ici quelques observations sur l'analyse des sources salées ; mais comme elles sont des applications des principes que j'ai développés, il sera suffisant de les rapporter brièvement, et de noter celles qui présentent les résultats les plus frappans.

Klaproth, qui a analysé un grand nombre de ces eaux, a trouvé dans la plupart d'entr'elles du muriate de soude, du muriate de magnésie, du muriate de chaux et du sulfate de chaux. Rien ne démontre cette composition, et il est beaucoup plus probable que le sulfate de soude était un des élémens primitifs, et que c'est en agissant sur une portion de muriate de chaux qu'il a formé du sulfate de chaux.

Dans d'autres analyses, par exemple, dans celles des salines de Lorraine par Nicholas (1), le muriate de soude, le sulfate de soude, le sulfate de chaux, le muriate de magnésie et le muriate de chaux sont présentés comme les élémens. Il est encore plus évident ici qu'il n'y a point de preuve de l'existence antérieure du sulfate de chaux ; au contraire, à cause de la présence simultanée du muriate de chaux et du sulfate de soude, ces sels, quand la liqueur a été concentrée par la chaleur, doivent former, par leur action réciproque, du muriate de soude et du sulfate de chaux : telle doit être en conséquence l'origine de ce sulfate qu'il est possible d'obtenir.

En général, lorsqu'on donne le muriate de chaux et le muriate de magnésie comme ingrédiens avec le sulfate de chaux, on ne trouve ni sulfate de soude ni sul-

(1) *Annales de Chimie*, tome XX.

fate de magnésie. La raison en est évidente ; c'est que si l'un ou l'autre de ces sels existait, il réagirait sur le muriate de chaux et formerait du sulfate de chaux ; mais quand on ne trouve point de muriate de chaux, on présente souvent le sulfate de magnésie ou le sulfate de soude comme un des ingrédiens : cela est évidemment dû à la circonstance que, malgré la présence d'une portion de muriate de chaux propre à former du sulfate de chaux, il n'y en a pas en assez pour décomposer en entier le sulfate de soude ou le sulfate de magnésie.

On trouve un exemple frappant de ces faits dans l'analyse que le Dr Henry a faite des différentes variétés du sel marin et du sel gemme (1). Dans quatre variétés de sel gemme, il trouva de petites quantités de muriate de chaux et de magnésie avec une portion de sulfate de chaux, mais point de sulfate de magnésie ; tandis que, dans les différentes variétés de sel marin, soit d'Angleterre, soit d'ailleurs, il ne découvrit pas de quantité appréciable ; et, dans quelques-unes, pas la moindre trace de muriate de chaux ; mais toutes offrirent avec le sulfate de chaux des quantités considérables de sulfate de magnésie. Ainsi, le muriate de chaux, dans le sel marin, avait été converti en totalité en sulfate de chaux, parce que le sulfate de magnésie était en excès. Dans le sel gemme, faute de sulfate, une portion de muriate de chaux était restée indécomposée.

Un résultat à-peu-près semblable, et qui offre une application très-directe des mêmes principes, est cité par M. Herner, dans son analyse des sources salées de

(1) *Philosophical Transactions*, 1810.

Droitwich, comparée avec celles de Cheshire. Les dernières contiennent un peu de muriate de chaux ; les premières n'en contiennent point ; mais ensuite celles de Droitwich contiennent du sulfate de soude et du sulfate de chaux : il y a donc toute probabilité que le muriate de chaux en a été converti en sulfate de chaux par le sulfate de soude qui est en excès. Au contraire, dans les eaux de Cheshire, comme il n'y a point de sulfate de soude en excès, c'est-à-dire qu'il n'y en a point après l'évaporation, il reste une portion de muriate de chaux.

Le Dr Henry rapporte un fait singulier par rapport au sel de pêche (*fishery salt*) retiré des sources salées. Ce fait ne semble pouvoir être expliqué que d'après notre manière de raisonner. Le Dr Henry trouva que la proportion de sulfate de chaux mêlée à ce sel diminuait à mesure que l'évaporation augmentait ; celui qu'on retirait de la chaudière contenait 16 pour 100 de sulfate de chaux après deux heures de chaleur ; 11 seulement après quatre heures, et 3 ½ après six heures. Maintenant si cette eau salée tenait le sulfate de chaux en dissolution, le sulfate commencerait à se déposer à l'instant où l'eau serait diminuée au point de n'être plus capable de le retenir dissous en totalité, et il continuerait à se déposer à proportion que l'évaporation avancerait, et jusqu'à la fin ; le muriate de soude se déposerait de la même manière ; en sorte que ces deux sels resteraient entr'eux à-peu-près dans le même rapport. Mais si le sulfate de chaux n'existait pas dans la dissolution, et s'il doit son origine à l'action du sulfate de soude sur le muriate de chaux que ces eaux contiennent, cette action aurait lieu au moment où la liqueur serait parvenue à un certain degré

de concentration; il se déposerait du sulfate de chaux en abondance; mais, par suite de l'évaporation, ce même sel diminuerait à mesure qu'il y aurait moins de sulfate de soude ou de sulfate de chaux : enfin, aussitôt que l'un ou l'autre de ces deux sels se trouverait épuisé, il ne se déposerait plus de sulfate de chaux.

C'est ce qu'on voit plus clairement en faisant l'analyse de ces eaux salées après un certain degré d'évaporation, et en la comparant alors à leur composition primitive. Une eau-mère de Northwich, examinée par le Dr Henry, donna, après l'évaporation, une matière saline qui, sur 1000 parties, en contenait 5 de muriate de chaux et de muriate de magnésie, à-peu-près par portions égales, 19 de sulfate de chaux, 974 de muriate de soude; mais les eaux-mères qui restent après la séparation du sel commun, qu'on trouve avantageux d'extraire, donnèrent par évaporation une matière saline qui, sur 1000 parties, en contenait 35 de muriate de magnésie, 32 de muriate de chaux, 6 de sulfate de chaux, 927 de muriate de soude. Ici, par suite de l'évaporation, la quantité de sulfate de soude, qu'on peut regarder comme un élément primitif des eaux salées, avait été diminuée par la décomposition due à son action sur le muriate de chaux. La liqueur n'a donc donné, après cela, qu'une petite quantité de sulfate de chaux avec beaucoup de muriate de chaux; au lieu que si ce sulfate eût été un élément primitif, il aurait continué d'être produit au moins en proportion égale.

On rencontre quelque chose de semblable dans l'évaporation de l'eau de mer : le sulfate de chaux se précipite après que l'évaporation est arrivée à un certain degré,

quoiqu'il reste pourtant encore beaucoup de liqueur : c'est-à-dire, lorsque la concentration est suffisante pour favoriser l'action du sulfate de soude, ou du sulfate de magnésie, sur le muriate de chaux. Après cela, la quantité de ce dernier diminue à proportion que l'évaporation avance, jusqu'à ce qu'enfin il ne reste plus de trace de ce sel ou de sulfate de chaux dans les eaux-mères, qui alors consistent seulement en muriate de soude, en muriate de magnésie et en sulfate de magnésie. On n'a pas encore fait une mention particulière de ce résultat curieux, quoique ce soit en conséquence de cela que l'on retire en grand la magnésie des eaux-mères, et qu'on l'obtienne parfaitement pure.

Tous ces faits ne peuvent guère être expliqués que par la théorie qu'on vient de voir, et ils en sont une confirmation évidente.

EXTRAIT *d'une Lettre de M.* Ch. Dupin, *correspondant de l'Institut, etc., à M.* Arago, *sur une Aurore boréale observée à Glascow le* 19 *septembre.*

Glascow, 20 septembre 1817.

« HIER, 19 septembre, un peu avant neuf heures du soir, je suis allé visiter l'Observatoire de Glascow, qui est bâti sur le sommet d'une colline, au N.-O. de la ville. J'étais conduit par le Dr Ure, savant très-distingué, qui a principalement contribué, par son zèle et ses soins, à la formation d'une société dont les souscrip-

tions volontaires ont fourni à toutes les dépenses nécessaires pour ériger l'édifice, et acheter les instrumens, qui sont nombreux et très-beaux.

» La soirée était belle, la lune et les étoiles brillaient d'un assez vif éclat. Quand nous sommes arrivés à l'Observatoire, le ciel offrait, vers le nord, quelques lueurs blanchâtres qui, devenant de moins en moins incertaines, offrirent bientôt l'aspect d'une aurore boréale. Nous montâmes alors sur la terrasse supérieure de l'Observatoire pour embrasser d'un coup d'œil toutes les parties lumineuses. En jouissant pour la première fois de cet imposant spectacle, j'ai éprouvé un étonnement et un plaisir que je ne saurais vous exprimer, et j'ai été assez heureux pour voir une des plus belles apparitions qu'on puisse observer dans ces contrées.

» La lumière de l'aurore boréale s'étendait, dans un espace terminé par un cercle vertical dont le plan était à très-peu près perpendiculaire à la direction de l'aiguille aimantée, vers le nord. Le zénith était la partie la moins lumineuse, et semblait un centre d'où les faisceaux se développaient en devenant de plus en plus brillans à mesure qu'ils approchaient de l'horizon. Cependant ils ne descendaient jamais jusqu'à cette limite, et se terminaient irrégulièrement à 15 ou 20° au-dessus, en présentant un contour anguleux, comme ces gloires dont les peintres et les sculpteurs environnent le trône de la Divinité.

» Ce qu'il y avait de plus remarquable était le jeu des rayons et leurs ondulations lumineuses. Ces rayons étaient formés en larges groupes qui tantôt s'approchaient et tantôt s'éloignaient l'un de l'autre; qui semblaient quel-

quefois s'élever en masse, et d'autres fois descendre comme une pluie de lumière. Indépendamment de ces mouvemens généraux, il y avait, dans chaque faisceau de rayons, un mouvement latéral qu'on distinguait par l'intensité plus ou moins grande des rayons parallèles: on voyait donc les parties plus ou moins lumineuses avancer parallèlement à elles-mêmes comme des ondes régulières; et ce qu'il y avait de plus remarquable, c'est qu'on voyait souvent dans le même faisceau deux mouvemens ondulatoires dirigés en sens opposés, de manière que les nuances d'ombre et de lumière avançaient régulièrement en sens contraire et se superposaient sans se confondre, comme deux mouvemens ondulatoires sur la surface d'un fluide peuvent le faire au moment où les contours des ondes opposées commencent à se rencontrer.

» La lumière était généralement blanche argentine, ou bien un peu orangée; l'extrémité inférieure des faisceaux laissait pourtant apparaître quelques couleurs du prisme, le rouge, le jaune et le bleu; dans un seul instant, une teinte légèrement verdâtre s'est répandue sur un faisceau. Voilà ce que j'ai pu remarquer quant aux couleurs de l'aurore.

» Pendant les vingt premières minutes les apparences de l'aurore ont été faibles; pendant les vingt-cinq minutes suivantes elles ont été brillantes et continuellement variées; ensuite la lumière s'est évanouie par une dégradation insensible : d'abord la projection des faisceaux et leur mouvement latéral ont cessé; puis la figure rectiligne des rayons s'est effacée. Il n'est plus resté dans le ciel qu'une pâle lueur semblable à celle de la voie

lactée, et terminée dans le bas par un grand arc de cercle concave vers la terre. Cette lumière a cessé d'être visible environ une heure après sa plus brillante apparence.

» Le ciel ne paraissait pas assez transparent pour qu'on puisse supposer qu'il n'était chargé d'aucune vapeur; mais on ne voyait pas de nuages : un seul, assez petit et placé dans l'hémisphère occupé par l'aurore, semblait une espèce d'écueil où venaient s'arrêter les faisceaux lumineux qui seulement endentaient un peu sur ses bords. On apercevait distinctement les étoiles dans les intervalles des faisceaux, au moment même de leur plus grand éclat; mais, au-dessous des faisceaux, jusqu'à l'horizon, le ciel était noirâtre et ne laissait voir les astres qu'avec difficulté. »

Sur *la Fabrication du Sulfate de magnésie, au moyen de la pierre calcaire magnésifère.*

Par William Henry.

En août 1816, M. Henry a pris une patente en Angleterre pour fabriquer le sulfate de magnésie avec l'acide sulfurique et la magnésie retirée de la pierre calcaire magnésifère. On commence par calciner la pierre pour en dégager l'acide carbonique, et on la divise en l'arrosant avec la quantité d'eau nécessaire pour la convertir en hydrate, ou en la laissant quelque temps exposée dans un air humide. On en sépare la chaux en la traitant par les acides, en proportion telle que la chaux seule

soit dissoute : la magnésie est ensuite traitée par l'acide sulfurique ou le sulfate de fer, qui, comme on sait, est décomposé par cette base. Pour dissoudre la chaux, on peut employer, selon les circonstances, l'acide acétique sous forme de vinaigre ou d'acide pyroligneux; l'acide nitrique, l'acide muriatique et même le chlore. La chaux et la magnésie contenues dans la pierre employée par M. Henry saturant chacune la même quantité d'acide, on commence par déterminer combien il faut d'acide pour dissoudre une portion de pierre, et l'on emploie ensuite pour la même quantité d'acide une portion double de pierre. Si la magnésie était à la chaux dans un autre rapport; si, par exemple, elle saturait seulement la moitié de l'acide que sature la chaux, il faudrait traiter la pierre par les deux tiers de la quantité d'acide nécessaire pour en saturer un poids donné. On peut aussi dissoudre entièrement la pierre magnésienne, calcinée ou non, et précipiter ensuite la magnésie, soit avec la chaux ordinaire, soit avec la chaux magnésifère.

Extraits de Journaux.

Moyen de rétablir les blés avariés, par M. Peschier. (Biblioth. univ., *vol. IV, p.* 47.)

Dans le troisième volume des *Annales*, p. 326, nous avons fait connaître un moyen d'améliorer les grains moisis, proposé par M. Hatchett. M. Peschier en indique un nouveau qui lui paraît préférable : il consiste à laver le grain moisi avec de l'eau alcaline bouillante dans la

quelle on le laisse refroidir demi-heure, en le remuant de temps en temps. On lave ensuite le grain avec de l'eau froide jusqu'à ce qu'elle ne se colore plus, et on le dessèche parfaitement. Le pain qui en résulte est d'une bonne qualité, laissant seulement apercevoir une faible amertume. Le déchet, sur un blé très-altéré, s'est élevé à un cinquième.

Sur l'huile contenue dans les diverses espèces de grains, comme cause de la saveur et de l'odeur désagréables de l'eau-de-vie de grain, par M. Schrader. (Biblioth. univers., *vol. IV, p.* 266.)

Avant de parler du Mémoire de M. Schrader, nous rappellerons ce que l'on savait sur le même objet.

Schéele paraît être le premier qui ait attribué l'odeur de fousel (1) des eaux-de-vie de grain à une huile particulière. Il avait remarqué que l'eau-de-vie de grain faible, exposée à un froid violent, devenait blanche, se troublait et laissait déposer quelquefois une substance blanche qui coulait comme de l'huile lorsqu'on l'exposait à la chaleur. Cette huile, dont l'odeur était très-désagréable, donnait à l'eau-de-vie de France, dans laquelle on en dissolvait un peu, l'odeur de fousel de l'eau-de-vie de grain. Il conclut de là que cette huile, qu'il supposait produite par la fermentation, était la

(1) Le fousel est une eau-de-vie de grain d'une odeur et particulièrement d'une saveur très-désagréables. On désigne aussi par ce nom l'odeur et la saveur de cette espèce de liqueur.

véritable cause du goût désagréable de l'eau-de-vie de grain. (*Von Crell's Chem.*, ann. 1785. I. S. 61.)

Hermbstaedt objecta à cette opinion de Schéele que Klaproth avait trouvé que le mauvais goût de l'eau-de-vie retirée des grains ne dépendait point d'une huile particulière, mais du gluten qu'ils renferment, puisque l'eau-de-vie des fruits en était exempte. Doerffurt, en embrassant l'opinion de Klaproth, la fortifia par la remarque que l'eau-de-vie des grains germés n'a presque pas l'odeur de fousel, et que cela est dû à la destruction d'une partie du gluten pendant la germination. Mais, d'après Gehlen (*Neues Jour. für Ch. und Ph.* Bd. I. S. 277.), cette remarque n'est point exacte; car, indépendamment de ce qu'elle n'est justifiée par aucun fait positif, on sait que la diminution du gluten n'entraîne point celle de la mauvaise saveur de l'eau-de-vie de grain; et d'ailleurs le blé, qui de toutes les céréales contient la plus grande quantité de gluten, est aussi celle qui donne l'eau-de-vie la plus pure et la plus agréable.

Ce sont, à ce qu'il nous paraît, Fourcroy et Vauquelin qui ont fait voir que l'huile à laquelle Schéele avait attribué l'odeur et la saveur des eaux-de-vie de grain était toute formée dans ces derniers. « L'orge, épuisée par » les lavages à l'eau froide, mise en digestion pendant » quelques jours avec l'alcool, lui donne une couleur » jaune; *distillé, cet alcool contracte l'odeur et la saveur* » *de l'eau-de-vie de grain*; il laisse une huile épaisse, » jaune, brune, un peu verdâtre, qu'on retire de même » de l'orge non lavée : elle fait un centième du poids » de cette graine. Cette huile, gardée, se grumèle comme » l'huile d'olive; elle se volatilise sur le fer rouge; elle

» brûle comme une huile grasse, et forme un savon con-
» sistant avec les alcalis. C'est manifestement elle qui
» donne une saveur âcre et rance au pain d'orge, et
» l'odeur ainsi que le goût désagréables qui appartien-
» nent aux eaux-de-vie de grain. On observera que cette
» huile fixe ou grasse ne se dissout dans l'alcool qu'en
» employant celui-ci en très-grande quantité. » (*Ann. du Muséum d'Hist. nat.*, vol. VII, p. 7.)

Koerte (*Neues Journ.*, *etc.* Bd. I. S. 273.) a recueilli l'huile fournie par la distillation d'un mélange de 645 livres de pommes de terre, 102 livres de seigle (*korn*), une livre et demie de levure de bière, et 30 ½ pieds cubes d'eau, dont la fermentation avait été terminée en trois jours à la température de 20° c. Elle ressemble évidemment à celle retirée de l'orge par Fourcroy et Vauquelin. Koerte, après en avoir fait l'examen, l'a regardée comme une espèce d'huile essentielle produite pendant la fermentation; mais Gehlen a beaucoup mieux décrit ses propriétés.

Suivant ce dernier, elle ressemble à une huile butireuse végétale : à une température ordinaire, elle se fige en cristaux; mais, à une chaleur plus élevée, elle devient liquide; elle surnage sur l'eau-de-vie et se précipite dans de l'esprit-de-vin très-rectifié. Elle a l'odeur et la saveur qui caractérisent le fousel. L'alcool absolu, à une température de 15 à 20°, en dissout un sixième de son poids; l'eau l'en sépare, mais pas complètement. L'éther en dissout plus de la moitié de son poids. Distillée avec l'eau, il n'en passe qu'une très-petite quantité dans le récipient; exposée seule à l'action de la chaleur, il s'en volatilise une partie; l'autre se décompose et laisse un

résidu d'un brun noir, résineux. Dès le commencement de la distillation elle perd son odeur de fousel ; mais elle en prend une autre qui n'est pas plus agréable. Le papier sur lequel on en met quelques gouttes reste gras, même après plusieurs jours, quoiqu'exposé à la chaleur d'un poêle. Une dissolution de potasse médiocrement concentrée n'agit que faiblement sur elle.

Il résulte, dit Gehlen, de ces expériences, que l'huile de l'eau-de-vie de grain, à laquelle il attribue les mauvaises qualités de cette dernière, est effectivement une huile essentielle, mais qu'elle se rapproche des huiles grasses. (*Neues Jour.*, *etc.* B. I. S. 277.)

Nous passons maintenant au Mémoire de M. Schrader. Après avoir constaté les propriétés de l'huile observées par Koerte et Gehlen, il a cherché à s'assurer si elle est produite par la fermentation. Du seigle concassé, mis en digestion avec de l'alcool absolu, lui a cédé une huile jaunâtre qu'il a été facile d'en séparer par l'évaporation, et qui avait à-peu-près la consistance du beurre ; son poids faisait le centième de celui du seigle. *Cette huile n'avait ni saveur ni odeur remarquables, et en particulier aucun goût de fousel.* De l'alcool faible distillé avec elle n'a pris aucun goût désagréable. Avec l'eau elle ne se volatilise pas sensiblement. Les pommes de terre séchées et pulvérisées, traitées comme le seigle, donnent la même huile, mais en plus petite quantité. M. Schrader conclut de là que l'*huile grasse*, *telle qu'elle se trouve dans les grains non fermentés*, *ne fournit pas encore la saveur et l'odeur de fousel ; ce n'est pas l'huile de fousel telle qu'elle se montre dans la distillation de l'eau-de-vie.*

Cette conclusion est contraire aux expériences citées de Fourcroy et Vauquelin.

Pour savoir si cette huile forme le fousel pendant la fermentation, il en a fait une émulsion avec un peu de gomme arabique, et l'a ajoutée à un mélange fermentescible d'eau, de sucre et de levure de bière; mais par la distillation il a obtenu une eau-de-vie qui n'avait rien de ce qui caractérise le fousel, quoiqu'il ne fût pas possible de la méconnaître pour de l'eau-de-vie de grain. Il attribue ses bonnes qualités à ce qu'elle ne contenait pas assez d'huile, et surtout à ce que la distillation avait été conduite avec le plus grand soin à une température aussi basse que possible. Enfin, quoique cette expérience ne lui ait point donné le résultat qu'il en attendait, il n'en conclut pas moins qu'il est très-probable qu'une huile grasse, contenue dans les grains qui fournissent une eau-de-vie du goût de fousel, est la cause véritable de la saveur et de l'odeur désignées par ce nom; qu'elle n'est pas un produit de la fermentation, mais qu'elle forme le fousel pendant cette opération même, comme aussi par suite de la chaleur trop forte d'une distillation mal dirigée.

On ne peut douter, d'après les expériences que nous venons de rassembler, et surtout d'après celles de Schéele, Fourcroy et Vauquelin, que l'odeur et la saveur désagréables des eaux-de-vie de grain ne soient dues à une huile toute formée dans chaque espèce de grain. Le raisin même en renferme une dans ses pepins dont l'existence est connue depuis long-temps, et on la retrouve souvent dans l'eau-de-vie. Il paraît qu'une distillation mal conduite, faite à une température élevée,

ralte beaucoup les mauvaises qualités que l'huile donne aux eaux-de-vie de grain; et comme cette huile est peu volatile, il semble facile de l'empêcher de monter à la distillation en employant les nouveaux appareils distillatoires, et peut-être en même temps l'action du vide. C'est vers ce but qu'il faut diriger ses efforts; car les essais nombreux qu'on a faits jusqu'à présent pour corriger les eaux-de-vie de grain de mauvaise qualité ont été sans succès.

Sur *la Quantité de Pluie qui tombe annuellement à Joyeuse, département de l'Ardèche.*

Par M. Tardy de La Brossy.

Les causes qui déterminent la formation et la chute de la pluie; l'influence que les vents, la position géographique, l'élévation au-dessus de la mer, et d'autres circonstances locales exercent sur ce phénomène sont ou peu connues ou mal appréciées; il est donc convenable de recueillir les observations qui, comme celles de M. Tardy de La Brossy, semblent faites avec exactitude, surtout lorsqu'elles embrassent un assez grand nombre d'années pour qu'on puisse supposer que l'effet des variations accidentelles disparaîtra dans la moyenne.

La ville de Joyeuse est par 44° 28′ de latitude nord, 2° de longitude orientale, et 200 mètres environ de hauteur au-dessus de la mer. Une montagne de 1400 à 1600 mètres (*le Tanargue*) est située au nord, à la

distance de 10000 à 12000 mètres, et se présente comme un mur taillé à pic dans la direction de l'est à l'ouest.

Par douze années d'observations, la quantité moyenne annuelle de pluie à Joyeuse est de 130 centimètres (47 pouces 11 lignes), c'est-à-dire, deux fois et demie plus grande qu'à Paris. En 1811, on en recueillit jusqu'à 173 centimètres (près de 64 pouces); l'année 1805, la moins abondante de toutes, en fournit 100 centimètres (37 pouces).

Les mois de mai, d'octobre et de novembre sont ceux où l'on recueille le plus de pluie. Ceux de mars, de juin et de juillet sont les plus secs.

Le nombre moyen des jours de pluie ou de neige est de 104 par an. Les extrêmes, en douze années, ont été 83 et 117.

En 1807 (le 9 août) M. Tardy recueillit 25 centimètres (plus de 9 pouces) d'eau en un seul jour, c'est-à-dire, environ la moitié de ce qu'il en tombe dans une année commune à Paris.

Les habitans des contrées septentrionales se font à peine une idée de l'abondance avec laquelle la pluie tombe, par momens, dans le midi.

A Joyeuse, en octobre 1812, M. Tardy a observé des averses qui donnaient une ligne d'eau en moins de deux minutes, ou 3 pouces à l'heure. Sans les intermittences dont ces fortes pluies sont habituellement accompagnées, elles pourraient fournir en un seul jour 195 centimètres (6 pieds) d'eau, ou quatre fois autant qu'on en recueille à Paris dans une année entière.

Viviers, observe M. Flaugergues, n'est distant de Joyeuse que de 8 lieues à l'est, et se trouve presque sous

la même latitude. Néanmoins la quantité moyenne annuelle de pluie y est de 14 ou 15 pouces moindre. Suivant M. Tardy, cette différence tient à l'influence de *Tanargue*. A Viviers, les nuages qui viennent du sud poursuivent sans obstacle leur course par la vallée du Rhône : à Joyeuse, ils sont arrêtés et retenus en partie par la barrière que Tanargue forme au nord. Or, dit M. Tardy, puisque les pluies les plus abondantes et les plus fréquentes dans le Vivarais arrivent précisément par les vents du sud, on concevra pourquoi lorsqu'à Joyeuse j'avais, en 1811, recueilli 64 pouces d'eau, M. Flaugergues n'en avait, dans son observatoire, que 37 $\frac{1}{2}$. (*Bibliothèque universelle*, tome IV, p. 183.)

REMARQUES *sur un Extrait de l'Ouvrage du Docteur* Wells *inséré dans le* Journal de Physique.

Nous avons reçu, au sujet de cet article du *Journal de Physique*, une réclamation signée par un individu qui se dit l'ami du Dr Wells. Nous nous serions empressés de l'insérer, malgré sa grande étendue, si les remarques critiques qu'elle renferme s'étaient rapportées à l'analyse que nous avons donnée nous-mêmes de l'ouvrage anglais. Mais puisque l'auteur convient de l'exactitude des faits sur lesquels repose l'aperçu historique qui termine notre extrait, il nous suffira, pour remplir ses intentions, d'indiquer sommairement les passages du

Journal de Physique contre lesquels il croit devoir réclamer.

Le premier de ces passages, le seul même qui nous semble mériter d'être rectifié, est le suivant : « La théorie » de la formation de la rosée n'avait pas été tentée..... » Le Roy paraît cependant en avoir assez approché. ... » Mais c'est surtout M. le Dr Young et M. Pierre Prévost » de Genève qui l'ont, pour ainsi dire, établie, en ayant » recours aux principes du rayonnement. Quoi qu'il en » soit, M. Wells vient de lever les doutes que l'on pou- » vait encore avoir à ce sujet, etc. » (*Journal de Physique*, août 1817, page 172.) MM. Young et P. Prévost avaient eu recours aux principes du rayonnement de la chaleur pour rendre compte de plusieurs phénomènes curieux découverts par M. Bénédict Prévost, relativement à l'influence que des armures métalliques exercent sur la quantité d'humidité qui se dépose parfois sur les vitres des appartemens ; mais ces savans n'ont parlé ni l'un ni l'autre, dans aucun de leurs ouvrages, de l'*observation* que les corps, par un temps serein, sont déjà plus froids que l'air qui les baigne *avant* que la rosée ait mouillé leur surface : or, c'est en cela principalement que consiste la découverte du Dr Wells. C'est l'observation du refroidissement des corps solides qui, rattachée au faible rayonnement du ciel, sert à expliquer, jusque dans leurs plus petites circonstances, les phénomènes nombreux et variés que cet ingénieux physicien a remarqués. Il paraît donc impossible de ne pas convenir, avec l'auteur de la réclamation, que le passage cité manque d'exactitude.

M. Wells explique fort simplement, d'après sa théorie, pourquoi des corps semblablement situés par rap-

port au ciel attirent des quantités inégales de rosée par cela seul qu'ils diffèrent de position relativement au sol; pourquoi, par exemple, un flocon de laine qui repose sur une planche horizontale, à quatre pieds de terre, se charge de plus d'humidité qu'un flocon pareil suspendu par un fil à la même hauteur. (Voyez *Ann. de Chim. et de Phys.*, tome V, page 199.) Après avoir rapporté cette observation, le rédacteur du *Journal de Physique* ajoute : « *En effet, il paraît qu'elle (la rosée) ne tombe » que perpendiculairement.* » (*Voyez* p. 174.) Il faut avouer qu'on ne voit pas aisément comment une planche placée *au-dessous* d'un corps pourrait le garantir d'une pluie qui tomberait verticalement; mais, en tout cas, cette idée, que M. Wells a réfutée dans plusieurs paragraphes de son ouvrage, est trop contraire au fond de la théorie qu'il y expose, pour qu'on puisse supposer, avec l'auteur de la réclamation, que personne sera tenté de la lui attribuer. On nous pardonnera donc de ne pas rapporter quelques passages pleins d'aigreur que renferme l'écrit qui a donné lieu à cet article; car à peine paraîtraient-ils convenables si les erreurs dont se plaint l'ami du Dr Wells, au lieu d'être, comme il n'est pas permis d'en douter, de simples méprises, avaient été commises à dessein.

Nous mettrons cette occasion à profit pour corriger nous-mêmes une faute qui s'est glissée dans notre *extrait*, tome V, page 202.

En rapportant les expériences que le Dr Wells a faites sur l'influence thermométrique d'un abri formé par un simple mouchoir de batiste tendu à six pouces du sol, nous avons dit qu'il trouva une fois « que l'herbe recou-

» verte était de 6°,1 centigrades plus chaude que l'*air* » : c'est plus chaude que l'*autre*, c'est-à-dire, que l'herbe à ciel découvert, qu'il faudra lire. Cet *erratum* pourra aussi servir pour le *Journal de Physique* ; car, par une rencontre singulière, on y trouve cette même faute d'impression.

Sur *la Hauteur du lac de Genève au-dessus de la mer.*

Par M. Delcros,

Capitaine au Corps des Ingénieurs-géographes.

La ville de Genève étant généralement le point de départ des voyageurs qui vont faire des excursions scientifiques dans les Alpes, il est important de déterminer avec exactitude sa hauteur au-dessus de la mer. M. Delcros donne, dans son Mémoire, les résultats que fournissent ses propres observations et celles de Deluc, lorsqu'on les calcule les unes et les autres d'après la formule de M. Laplace et le coefficient de M. Ramond.

170 observations barométriques correspondantes, faites en 1757 à Genève et à Turin, donnent, pour la hauteur du lac sur la salle de l'Académie de Turin où était le baromètre. . . . . 130^m,51.

Mais, par un nivellement géodésique, Turin est élevé sur la mer de. . . . . 243^m,41.

Donc la hauteur du lac de Genève sur la mer égale. . . . . 373^m,92.

Le résultat du nivellement géodésique qui a servi à établir la hauteur de Turin se trouve confirmé par un

grand nombre d'observations barométriques faites à Turin et à Gènes, et qui s'accordent à donner $243^m,82$ pour l'élévation de la première ville au-dessus du niveau de la Méditerranée.

50 observations correspondantes faites, dans le mois de juillet 1770, à Genève et à Beaucaire, donnent, pour la hauteur du lac au-dessus de la mer. . . . . $374^m,69$.

(On a supposé, dans ce calcul, que le Rhône, à Beaucaire, est élevé sur la mer de $11^m,70$.)

75 observations faites à Genève par M. Delcros, dans le courant de l'année 1813, toujours à midi, donnent, lorsqu'on les compare à celles de Paris, pour la hauteur du lac sur la mer. . . . . $375^m,62$.

M. Delcros a pris $72^m,70$ pour l'élévation absolue de la salle où se trouve le baromètre à l'Observatoire de Paris.

Le sommet de la tour de la cathédrale de Strasbourg paraît élevé au-dessus de la mer de. . . . . $287^m,00$.

Un nivellement géodésique donne, pour la différence de niveau entre ce sommet et le lac de Genève . . . . $82^m,60$.

D'où hauteur du lac. . . . . $369^m,60$.

Mais ci-dessus, par Genève et Turin. . . $373^m,92$.

——— par Genève et Beaucaire. $374^m,69$.

——— par Genève et Paris. . . $375^m,62$.

Moyenne. . . . . $373^m,46$.

Si on négligeait l'observation un peu incertaine de Strasbourg, on trouverait . . . . . $374^m,74$;

Et même 375 mètres lorsqu'on adopte la détermination barométrique, pour la différence du niveau entre Turin et la mer. (*Biblioth. univers.*, tome V, p. 184.)

Observations *de Mercure et de la planète Vesta.*

Par le Dr J. J. Schroeter de Lilienthal.

L'ouvrage original du Dr Schroëter ne nous étant pas encore parvenu, nous emprunterons les résultats qui suivent, à l'extrait qu'on en a donné dans la *Bibliothèque universelle*, tome V, p. 89.

L'objet que M. Schroëter avait en vue était principalement de déterminer la durée de la rotation de Mercure sur son axe, et l'inclinaison de ce même axe sur le plan de l'orbite.

D'après l'observation d'une bande qui fut visible sur le disque de Mercure pendant quarante-sept jours, à partir du 18 mai 1801, M. Schroëter a trouvé que l'équateur de cette planète fait avec le plan de son orbite un angle d'environ 20 degrés.

Les bandes et les taches n'ont pas, suivant M. Schroëter, assez de fixité sur Mercure pour être employées avec succès à la détermination du mouvement de rotation. Il préfère comparer les époques auxquelles la corne méridionale est visiblement arrondie. Si Mercure était parfaitement poli, son croissant serait toujours terminé par deux cornes semblables et très-aiguës; mais on remarque, dans quelques circonstances, que l'une d'elles s'émousse sensiblement : ce que l'auteur attribue à une montagne très-élevée dont l'ombre se projette alors sur la pointe. La réapparition de ce phénomène pourra donc être regardée comme l'indice du retour de la montagne au bord du disque apparent. Au moyen de cinq phases de ce

genre observées de 1800 à 1801, et séparées par des intervalles de six, huit et quatorze mois, M. Schroëter a trouvé, pour la durée de la rotation de Mercure sur son axe, 24^h. 0'. 53" de temps moyen, c'est-à-dire, un nombre assez peu différent de ceux que d'autres observateurs avaient déjà trouvés pour les temps de la rotation de Vénus et de Mars. Il est très-remarquable que la Terre, Vénus, Mercure et Mars aient des jours dont la durée diffère peu de 24^h, tandis que Jupiter et Saturne, planètes beaucoup plus grosses et beaucoup plus éloignées du soleil, tournent sur eux-mêmes dans moins de *dix* heures.

MM. Schroëter et Harding disent avoir aperçu des traces non équivoques de l'atmosphère de Mercure. Suivant eux, des bandes obscures se forment subitement sur le disque de la planète, occupent des espaces considérables, et occasionnent des variations très-sensibles dans son éclat. Il serait à desirer que toutes ces observations fussent répétées. M. Schroëter nous apprend qu'il les a faites avec une simple lunette achromatique montée parallatiquement, et quelquefois même en plein jour.

L'auteur rapporte, dans le même ouvrage, les observations qu'il a faites pour déterminer la grosseur de la petite planète Vesta. Avec des grossissemens de 300 à 550 appliqués à des télescopes de 12 à 15 pieds, on ne l'aperçoit le plus souvent que comme un point scintillant sans disque sensible. La mesure que l'auteur en donne a été obtenue par le procédé d'Herschel, à l'aide d'une mire de comparaison qui n'avait que demi-ligne de largeur. Le diamètre angulaire apparent de la planète

était de 0″,531 (1). Rapporté à la distance moyenne de la terre au soleil, ce diamètre serait 0″,739; ce qui cor-

---

(1) Les personnes qui ont quelque connaissance des instrumens astronomiques auraient droit d'être étonnées de trouver des *centièmes* et des *millièmes* de seconde dans la valeur que donne M. Schroëter pour le diamètre de Vesta, si nous n'avertissions pas que des fractions aussi petites sont plutôt le résultat d'un calcul que celui de l'observation. Dans la méthode que M. Schroëter a suivie, on se procure d'abord une mire lumineuse artificielle en découpant dans un écran une ouverture circulaire derrière laquelle on place la flamme d'une lampe ou un miroir réfléchissant. Ensuite, tandis qu'on observe avec l'un des yeux la peinture amplifiée par le télescope de l'astre qu'on veut mesurer, on éloigne ou l'on rapproche le signal lumineux de comparaison jusqu'au moment où son image, vue avec l'autre œil, sans le secours d'aucun verre grossissant, paraît avoir la même étendue. On détermine la valeur angulaire de cette dernière image en divisant l'ouverture du diaphragme par sa distance à l'œil : en sorte qu'on peut comprendre, si l'on veut, dans le quotient, des *cent millièmes* de seconde. Ces petites quantités se trouveront ensuite dans le diamètre de l'astre, puisque celui-ci s'obtient en divisant l'angle de la mire par le grossissement du télescope dont on s'est servi. Tout ceci n'empêche pas que la méthode ne soit sujette à erreur. Si la mire de comparaison est placée hors des limites de la vision distincte, elle *paraîtra*, à cause des aberrations de la lumière dans l'œil, plus grande qu'elle ne l'est effectivement; si elle est trop près, l'évaluation trigonométrique de sa largeur angulaire pourra être erronée. Une des plus grandes difficultés de cette méthode résulte de la nécessité d'établir entre l'image télescopique de

respond à une longueur réelle de 74 milles géographiques de 15 au degré, ou à 123 lieues communes de 25 au degré. C'est de beaucoup le plus petit des corps célestes connus, comme on pourra s'en convaincre en jetant les yeux sur la table suivante, extraite du même ouvrage. Tous les diamètres sont exprimés en milles géographiques de 15 au degré.

Diamètre réel de la planète Pallas,	455 milles ;
Cérès,	352 ;
Junon,	309 ;
Vesta,	74.
Du 1er satellite de Jupiter	364 ;
Du 2me	466 ;
Du 3me	818 ;
Du 4me	570 ;
Du 1er satellite de Saturne.	143 ;
Du 2me	143 ;
Du 3me	360 ;
Du 4me	1046 ;
Du 5me	618.

Le diamètre de la lune, exprimé en parties de la même échelle, est de . . . . 468 milles.

---

l'astre et la mire qu'on lui compare, une similitude de teinte et d'éclat qui ne s'obtient qu'imparfaitement, lors même qu'on place devant la lampe, comme l'a fait Herschel, des papiers huilés de différentes nuances. S'il était bien prouvé que les erreurs de plusieurs secondes qu'on remarque dans les valeurs que cet astronome célèbre a données pour Saturne et pour son anneau, n'ont pas tenu aux aberrations dont il paraît bien difficile que ses grands miroirs soient exempts, je n'hésiterais pas à regarder le micromètre *à lampe* ou *à projection* comme un instrument défectueux, et dont l'usage doit être entièrement proscrit.

Sur *la Différence qui existe entre les propriétés optiques de l'arragonite et celles du spath calcaire.*

Par David Brewster.

(Traduit du *Journal of Sciences and the Arts*, N° VII, p. 112. Octobre 1817).

L'intérêt avec lequel les chimistes se sont occupés dernièrement de la composition chimique de l'arragonite m'autorise, j'espère, suffisamment à publier quelques nouvelles remarques sur les propriétés physiques de ce minéral extraordinaire.

Pendant le travail que j'ai entrepris depuis plus de deux années sur les propriétés optiques des corps cristallisés, et dont j'espère bientôt publier les résultats, j'ai recherché avec empressement des échantillons convenables d'arragonite, dans la vue de comparer sa structure polarisante à celle du spath calcaire, qui n'a qu'un seul axe de réfraction extraordinaire. Un échantillon que j'apportai de Paris en 1814 offrait, dans plusieurs parties, ces veines qui donnent naissance aux images multiples si souvent observées dans le spath calcaire; mais en couvrant les feuillures avec une couche d'encre de la Chine, je parvins à découvrir qu'il y *a dans l'arragonite deux axes distincts de réfraction extraordinaire, l'un perpendiculaire, et l'autre parallèle à l'axe du prisme hexaèdre.* Un autre échantillon plus parfait dont je suis redevable à M. Robert Fergusson de Raith, présente ces deux axes très-distinctement, dans des positions

et avec des intensités analogues à celles que j'avais déjà obtenues en me servant du premier cristal.

Cette structure est, d'un côté, si différente de celle du spath calcaire, qui n'a qu'un seul axe de double réfraction, et, de l'autre, mes résultats sont si directement opposés à ceux que Malus et plus récemment encore M. Biot ont obtenus dans leurs expériences sur l'arragonite, que j'avais supposé d'abord que les échantillons dont je m'étais servi étaient anhydres, ou qu'ils appartenaient à quelqu'autre classe de minéraux; mais j'appris bientôt qu'il n'en était pas ainsi, en soumettant mes échantillons à l'examen des minéralogistes les plus distingués de cette contrée, aussi-bien qu'à celui de quelques savans étrangers qui par hasard étaient alors à Edinburgh. Du reste, toute espèce de doute à cet égard fut levé par la mesure que je fis des angles du prisme hexaèdre; car l'un d'entr'eux se trouva de 116°, et l'autre de 128°.

Ceux qui ont étudié la *Théorie de la double réfraction* de Malus, et les recherches de M. Biot sur la polarisation, qui viennent d'être publiées dans son *Traité de Physique*, comprendront difficilement comment des savans aussi distingués ont pu annoncer positivement que l'arragonite n'a qu'un seul axe de double réfraction. J'aurai l'occasion, dans un autre lieu, d'indiquer la cause de cette méprise, et de montrer qu'elle a eu une grande influence sur plusieurs des résultats que ces mêmes auteurs ont obtenus.

Il serait intéressant d'examiner si les cristaux d'arragonite qui ne contiennent point de carbonate de strontiane diffèrent en quelque point, dans leurs propriétés

optiques, de ceux qui en renferment les plus fortes proportions. Il est extrêmement probable qu'on n'y remarquera aucune différence; mais j'abandonne cette recherche à ceux qui peuvent se procurer facilement les cristaux qu'elle nécessite.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 1er septembre 1817.

On a entendu, dans cette séance, la lecture d'un Mémoire de M. Provençal *sur l'Anévrysme*, et celle d'un écrit communiqué par M. de Montègre *sur les Parcs d'huîtres de Maremmes.*

On renvoie à l'examen d'une commission la proposition faite par un anonyme de donner un capital de 7000 fr. pour la fondation d'un prix de statistique.

Séance du lundi 8 septembre.

On lit une lettre de Son Excellence le Ministre de l'Intérieur, qui transmet l'Ordonnance par laquelle le Roi a approuvé l'élection de M. Piazzi à la place d'associé étranger.

On renvoie à l'examen d'une commission des recherches de M. Rozier Coze *sur le chlore et l'acide hydrochlorique.*

M. Lamarck rendra compte d'un écrit que M. Dupetit-Thouars a adressé à l'Académie, au sujet de la réparation de l'écorce de différens arbres.

M. Fourier fait un rapport sur la proposition de l'anonyme qui propose d'établir à ses frais un prix de statistique.

Les commissaires ont été unanimement d'avis que la donation doit être acceptée. « Cette proposition, ajou-» tent-ils, paraît le fruit d'une pensée judicieuse et » libérale qui peut recevoir par la suite les plus heu-» reuses applications. Les actions honorables que le sen-» timent du bien public inspire ont le propre d'être » doublement utiles : elles le sont par l'avantage immé-» diat qu'elles procurent ; elles le sont aussi par l'in-» fluence et l'autorité de l'exemple. Ces germes pré-» cieux, que le temps conserve et développe, croissent » peu à peu pour la gloire et la prospérité des nations. »

Il sera écrit à Son Excellence le Ministre de l'Intérieur, à l'effet d'obtenir de Sa Majesté l'autorisation d'accepter la somme que l'anonyme a offerte à l'Académie.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire *sur les Os hyoïdes.*

Séance du lundi 15 *septembre.*

La séance a été remplie, après quelques articles de correspondance, par la lecture d'un écrit de M. Moreau de Jonès, intitulé : *Exploration géologique et minéralogique des montagnes volcaniques de Vauclin, dans l'île de la Martinique* ; et par celle d'un Mémoire *sur l'Océan*, par le général Sauviac.

Séance du lundi 22 septembre.

M. Fèvre envoie une suite à son *Essai sur la formation des tables chimiques*. Les anciens commissaires l'examineront.

On rend un compte verbal des *Cartes géographiques du royaume de Portugal*, par Jose Correa de Mello et Pedro Cardoso Giraldes; et du *Voyage dans l'empire de Flore*.

Au nom d'une commission, M. Sylvestre fait un rapport sur le Mémoire dans lequel M. Huzard fils s'est proposé de rechercher ce qu'étaient les chevaux en Angleterre avant leur amélioration; ce qu'ils sont réellement dans leur état actuel, et par quels moyens les Anglais sont parvenus à donner à leurs chevaux les qualités et la réputation qu'ils ont maintenant.

Il paraît, d'après le Mémoire, que les anciens chevaux du pays ont été améliorés par leur croisement avec les chevaux arabes, barbes, turcs ou persans. Les courses annuelles ont en Angleterre l'effet immédiat d'exciter les propriétaires à perfectionner les chevaux. Ces exercices, répandus sur tous les points de la Grande-Bretagne, occasionnent un mouvement de plus de *quinze millions* de notre monnaie. Suivant l'auteur, c'est aux chevaux arabes seulement que nous devons avoir recours pour l'amélioration de nos chevaux.

M. Portal lit *quelques Considérations sur l'Inflammation du péritoine.*

Séance du lundi 29 septembre.

M. Arago lit une lettre de M. Dupin *sur une aurore boréale observée à Glascow*. (*Voyez* plus haut, p. 83.)

M. Moreau de Jonnès continue la lecture de son Mémoire.

On renvoie à l'examen d'une commission un Mémoire de M. Lapostolle *sur les paratonnerres.*

Le reste de la séance a été consacré à des objets d'administration.

PROGRAMME *du Prix proposé par l'Académie de Berlin, dans sa séance publique du 3 juillet* 1817.

LA structure intérieure des cristaux présente une différence remarquable entre les lois d'attraction de la matière sensiblement séparée ou en contact. Des corps éloignés exercent en tout sens la même force; mais au contact, l'énergie de la force attractive de la matière change selon la direction, d'où résultent des directions déterminées de la plus grande et la moindre cohérence.

Si l'on connaissait les lois d'après lesquelles les forces de particules en contact agissent, et comment ces forces dépendent des directions, on pourrait probablement donner, à l'aide des principes de la mécanique, une explication suffisante de la structure des cristaux; mais

la nature propose le problême inverse et bien plus difficile. En montrant la texture géométrique des cristaux, les directions de la moindre cohérence, elle laisse les lois de ces forces à deviner.

L'état actuel de la géométrie et de la mécanique fait espérer la solution de ce problême, qui peut-être serait déjà trouvée si l'étendue de la minéralogie et des mathématiques permettait que l'on poursuivît à-la-fois, avec succès, des recherches dans l'une et l'autre de ces sciences ; mais comme la connaissance de la structure des cristaux doit son origine à la science des faits sur une espèce unique, il est à présumer que si l'on réussissait à former une hypothèse propre à expliquer, suivant les principes de la mécanique, simplement la structure intérieure d'un seul cristal, la route des recherches ultérieures serait tracée.

Ainsi, la Classe des mathématiques propose pour prix de 1819 la question suivante :

« D'une cristallisation quelconque, soit du spath » calcaire, ou pesant, ou fluor, ou d'un sel arti- » ficiel, etc.

» 1°. Donner la description exacte, non dans les » termes usités par plusieurs minéralogistes, comme » moins généralement reçus, mais dans le langage et » suivant la méthode purement géométriques ; déter- » miner spécialement la situation des lames ou des plans » différens dans lesquels le cristal est divisible, et fixer » la forme primitive, non d'une manière hypothé- » tique, mais d'après des observations certaines.

» 2°. Trouver et développer une hypothèse sur les » lois de l'attraction, moyennant laquelle la structure

» intérieure du cristal puisse s'expliquer suivant les
» principes de la mécanique, et se déduire en formules
» analytiques. »

Comme les plans extérieurs des cristaux et leurs situations relatives ne dépendent pas uniquement des forces de la matière cristallisée, mais encore de l'action du milieu dans lequel le cristal se forme, et d'autres causes accidentelles, de manière que des minéraux d'un même genre présentent des formes assez variées : l'Académie regarde cela comme étranger à la question, et n'en demande pas l'explication. Si cependant la solution de la question proposée donnait quelques lumières sur ce point, ce serait fort précieux; mais l'Académie n'en fait point une condition pour le prix.

Le terme du concours est le 31 mars 1819. Prix de 50 ducats à adjuger dans la séance publique du 3 juillet 1819, anniversaire de Leibtniz.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	
1	759,36	+17,2	73	759,24	+19,0	63	758,49	+20,0	60	758,60	+15,7	74	+20,0	+12,2	Nuageux.	N. E.
2	757,11	+18,1	83	756,16	+22,2	71	755,38	+24,2	64	755,86	+17,7	80	+24,2	+12,2	Beau ciel.	N. E.
3	755,95	+20,9	74	755,60	+24,5	60	755,64	+25,2	52	756,43	+19,5	74	+25,5	+13,5	Beau ciel.	S. E.
4	758,96	+20,2	80	759,14	+22,5	78	759,07	+23,2	79	761,07	+16,2	81	+23,5	+13,7	Légers nuages.	N. O.
5	761,96	+16,9	94	761,48	+20,2	86	760,60	+23,0	66	760,57	+19,1	80	+23,5	+13,5	Nuageux.	N
6	760,57	+17,6	70	759,95	+20,7	56	759,14	+23,5	50	759,88	+18,4	69	+23,5	+12,2	Légères vapeurs.	N. E.
7	759,50	+18,1	74	759,66	+21,5	67	757,58	+23,7	52	757,32	+18,6	75	+23,7	+11,5	Beau ciel.	N. E.
8	756,66	+19,2	80	756,23	+23,2	70	755,35	+24,0	62	755,82	+17,9	81	+24,2	+11,2	Légers nuages.	E. N. E.
9	757,46	+19,2	81	757,50	+25,0	59	756,99	+25,0	54	759,25	+21,3	68	+25,0	+14,1	Légers nuages.	E. N. E.
10	757,53	+21,2	72	757,63	+24,0	61	757,01	+25,5	60	763,06	+18,2	77	+25,5	+14,5	Ciel voilé.	N. E.
11	759,88	+22,9	79	759,19	+24,5	68	758,18	+26,4	62	758,56	+18,0	97	+26,4	+16,2	Nuageux.	S.
12	757,45	+19,2	90	756,77	+24,7	70	756,03	+17,2	86	757,06	+16,2	95	+24,7	+13,2	Nuageux.	S. O.
13	756,96	+15,9	84	756,87	+20,6	78	756,00	+19,5	70	755,09	+16,5	84	+20,6	+14,5	Couvert.	N.
14	754,02	+20,4	77	753,94	+23,5	69	753,68	+24,4	58	755,22	+19,3	78	+24,4	+15,5	Nuageux.	S.
15	757,70	+21,4	76	758,06	+25,0	66	758,01	+25,0	61	758,89	+19,2	57	+25,0	+15,2	Nuageux.	S. E.
16	759,19	+21,6	80	758,47	+25,2	64	757,49	+25,9	54	757,37	+18,5	88	+25,9	+15,7	Beau ciel.	E.
17	755,86	+14,2	93	754,64	+17,5	83	752,08	+20,0	79	750,54	+15,0	83	+20,5	+13,0	Couvert.	N. E.
18	747,64	+16,4	83	747,49	+19,0	74	747,50	+19,2	71	750,34	+13,9	90	+19,2	+13,1	Quelques nuages.	N. E.
19	756,86	+17,0	84	757,45	+19,2	69	757,79	+20,0	61	759,22	+12,5	81	+20,0	+12,5	Très-nuageux.	O.
20	760,10	+16,9	80	759,52	+19,7	68	758,64	+20,5	62	758,37	+13,5	71	+20,5	+ 8,2	Nuageux.	S. O.
21	756,95	+13,5	89	755,93	+18,5	69	754,48	+19,4	57	754,12	+15,4	78	+19,4	+ 9,2	Nuageux.	N.
22	751,98	+15,0	86	751,35	+19,4	69	750,36	+20,9	58	750,75	+16,5	76	+20,9	+12,1	Nuageux.	E. N. E.
23	751,77	+13,5	96	752,51	+14,5	93	752,67	+16,1	92	754,78	+14,4	92	+16,9	+12,5	Pluie fine.	N.
24	757,06	+12,4	96	757,50	+15,2	82	756,71	+17,0	72	756,25	+12,5	97	+17,0	+12,4	Couvert.	N.
25	752,58	+16,2	83	751,38	+18,7	80	750,01	+18,0	87	749,29	+17,9	90	+19,1	+ 9,0	Couvert.	S. O.
26	746,18	+18,0	89	744,37	+21,7	69	745,95	+18,5	64	748,71	+13,2	65	+21,7	+13,2	Très-nuageux.	S. O.
27	748,90	+16,9	89	748,73	+19,2	84	747,62	+19,7	80	748,48	+17,5	93	+19,7	+13,2	Couvert.	S. S. O.
28	755,02	+10,9	88	755,73	+12,9	79	755,92	+11,5	84	758,26	+10,4	90	+12,9	+10,4	Pluie fine.	O.
29	760,27	+10,5	89	760,17	+14,1	74	759,30	+15,7	56	758,63	+12,2	76	+15,7	+ 7,7	Brouillards.	S.
30	754,27	+12,5	96	754,60	+11,2	97	754,92	+11,2	94	754,81	+ 9,5	96	+12,5	+ 9,5	Brouillards.	N. E.
1	758,51	+18,9	78	758,26	+22,3	67	757,52	+23,7	60	759,29	+18,3	76	+23,9	+12,9	Moyennes du 1 au 10.	
2	756,57	+18,8	83	756,24	+21,9	71	755,54	+21,8	66	756,07	+16,3	82	+22,7	+13,7	Moyennes du 11 au 20.	
3	753,50	+13,9	90	753,23	+16,5	80	752,79	+16,8	74	753,21	+13,5	85	+17,6	+10,9	Moyennes du 21 au 30.	
	756,19	+17,1	84	755,91	+20,2	72	755,29	+20,8	67	756,25	+16,0	82	+21,4	+12,5	Moyennes du mois	+16,9.

SUR *des Yeux d'une organisation particulière, et sur un moyen simple de suppléer, au moins momentanément, aux lunettes des presbytes.*

Par BÉNÉDICT PRÉVOST.

ON lit, dans le tome IV des *Annales de Chimie et de Physique*, pag. 24 et suiv., un Mémoire de M. Brewster, *sur les Effets produits dans les observations astronomiques et trigonométriques par la descente du fluide qui humecte la cornée.*

M. Arago ayant fait sur les observations de l'auteur, et sur les conséquences qu'il en tire, des remarques intéressantes, entr'autres celles-ci : « Que les diverses parties » dont l'œil se compose présentent, dans leur forme, » des irrégularités plus fréquentes qu'on n'a coutume de » le supposer..... » ; et que « M. Charles, de l'Institut, » soupçonne que le cristallin de l'un de ses yeux a deux » ou plusieurs foyers distincts », j'ai cru que l'exposé de quelques apparences occasionnées par une organisation particulière ne paraîtrait peut-être pas tout-à-fait dénué d'intérêt.

J'ai eu d'excellens yeux jusqu'à l'âge de trente ou trente-cinq ans, voyant parfaitement de loin comme de près, lisant et écrivant sans effort le plus petit caractère, etc. Mais un jour, vers cette époque, voulant faire entrer une devise dans un espace très-limité, je fus désagréablement surpris de ne pouvoir y réussir ; je ne voyais les traits que je formais que d'une manière très-confuse ; je fus bientôt obligé de me servir de lunettes,

et depuis ce temps ma vue a été toujours en dégénérant, heureusement, à la vérité, d'une manière assez lente. Aujourd'hui chacun de mes yeux est une espèce de multipliant qui, selon les circonstances, me fait voir les objets ou doubles, ou triples, ou quadruples, etc.

1re *Observation.* Lorsque je regarde le trait *a* (fig. 1re) avec l'œil droit, en tenant ma main sur le gauche, sans appuyer plus fort qu'il ne le faut pour le fermer, l'objet étant vis-à-vis et à quarante centimètres de distance environ, je vois trois traits *b*, *c*, *d*; *b* et *d* sont les plus foncés, et à-peu-près autant l'un que l'autre; *c* l'est sensiblement moins, et j'en aperçois un quatrième *e* très-faible immédiatement au-dessus de *c* et dans son prolongement.

2me *Observation.* En faisant tourner horizontalement, de droite à gauche et petit à petit, le papier sur lequel se trouve le trait *a*, je vois l'image *c* du milieu se rapprocher parallèlement de *d*, puis se confondre avec elle, enfin la dépasser, de sorte qu'après un quart de conversion elles se trouvent avoir fait un échange mutuel de leurs places (la hauteur relative des extrémités de chaque trait demeurant néanmoins la même); un échange semblable se fait après le second quart de tour entre *d* et *b*, et ainsi de suite; de sorte qu'après un tour entier toutes les images se retrouvent dans la première position.

Pendant ce mouvement, quelques autres changemens, qu'il serait trop long de décrire en détail, sont occasionnés par la quatrième image, ou le trait faible *e*, prolongement de *c*. L'intensité du noir en subit aussi d'assez remarquables; certains traits, d'abord foncés, deviennent pâles et réciproquement; phénomènes qui, pour le dire en passant, paraissent avoir beaucoup d'ana-

logie avec ceux qui ont donné lieu au Mémoire de M. Brewster et aux réflexions de M. Arago. Les uns et les autres reconnaissent-ils la même cause ? et quelle est cette cause ? Je rapporterai bientôt quelques observations qui, si elles ne peuvent servir à donner de ces questions une solution pleinement satisfaisante, y jetteront du moins quelque jour.

3me *Observation.* Si je substitue au trait *a* de la fig. 1re une petite tache ronde (fig. 2), j'en vois sept égales en grandeur, dont trois *b*, *c*, *d*, rangées en triangle équilatéral, beaucoup plus apparentes que les autres, me paraissent cependant bien moins foncées que la tache *réelle*, c'est-à-dire, la tache *a*, vue avec des lunettes de presbyte, n° 16, dont je suis obligé de me servir lorsque je veux lire de jour et sans fatigue un caractère ordinaire.

4me *Observation.* Considérant une tache *a* (fig. 3) beaucoup plus grande que la précédente, je vois les trois images principales *b*, *c*, *d* empiéter les unes sur les autres, de sorte que, dans les segmens communs à deux images, le noir est sensiblement plus foncé que dans les places qui n'appartiennent qu'à une seule, et que la place du milieu, commune aux trois, me paraît d'une intensité égale à celle de la tache *réelle*. Une apparence analogue se présente lorsque je regarde une tache blanche de la même grandeur que la précédente sur un fond noir. (*Voyez* fig. 3 *bis.*)

5me *Observation.* En fermant l'œil droit et regardant avec l'œil gauche le petit trait fig. 1re, j'en vois aussi quatre, à-peu-près comme avec l'autre œil ; mais il n'y

en a qu'un qui soit passablement net et foncé : les autres sont vagues et très-faibles.

6me *Observation*. En regardant avec l'œil gauche la tache (fig. 2), j'en vois sept assez distinctement rangées comme dans la fig. 4e.

D'ailleurs, toutes les autres observations analogues à celles de l'autre œil ont lieu avec celui-ci.

En regardant avec les deux yeux, j'ai quelquefois la même apparence qu'avec l'œil droit seul, d'autres fois la même qu'avec l'œil gauche; souvent les deux apparences se mêlent et se confondent plus ou moins.

Méprises ou illusions occasionnées par ces apparences.

1°. Lorsque je porte subitement mes regards sur le disque ou le croissant de la lune, au premier instant je n'en vois qu'un; un instant après, j'en vois un second moins lumineux, puis un troisième, un quatrième, etc. toujours plus faible ou plus petit.

2°. En regardant ce disque avec l'un ou l'autre œil seul, les apparences sont analogues à celles que présentent les taches des observations 4e, 5e et 6e, ou plutôt à celles des taches blanches sur un fond noir dont nous allons parler, observation 7e, fig. 3e, 4e *bis* et 5e.

3°. Sous certaines circonstances qui se rencontrent souvent, c'est-à-dire, selon le degré de clarté, la position respective de mes yeux, du soleil et des divers objets, lorsque sur un chemin je vois, de cinquante ou cent pas, une personne venir à moi, elle me paraît suivie ou accompagnée d'une autre personne semblable, mais dont l'aspect est celui d'un corps éthéré au travers duquel on

voit les objets situés derrière. C'est une ombre comme celles que feignent les poètes ; un spectre ou un esprit, tel que ceux qui se présentent quelquefois à l'imagination superstitieuse du vulgaire.

Voici maintenant des observations qui, je crois, ne laisseront guère de doute sur la *cause prochaine* des phénomènes que nous venons de décrire.

7e *Observation.* En regardant de l'œil droit un fond blanc, par un petit trou (d'un millimètre environ, ou un peu moins de diamètre, et à cinq décimètres environ de l'œil) percé dans un papier noir, au lieu d'une seule tache blanche de la grandeur de ce trou, j'en vois sept (fig. 5), dont trois, beaucoup plus apparentes que les autres, sont disposées comme les taches noires de la fig. 2.

En rapprochant de trente millimètres environ le papier de l'œil, l'apparence, quant à la disposition des taches, est à-peu-près la même ; mais, en continuant de le rapprocher, chacune des trois images les plus apparentes, ou plutôt des trois trous, se multiplie, et semble en produire plusieurs autres qui s'entre-croisent par leurs bords, de manière à rendre beaucoup plus étendu l'espace apparent qu'il occupe.

8me *Observation.* A une petite distance de l'œil droit, le trou a l'apparence de la fig. 6e. On y distingue trois espaces, *a*, *b*, *c*, plus blancs ou plus transparens que le reste, ou le milieu qui est presque opaque.

J'ai déjà dit (*observation* 6e) que, pour lire aisément de jour un caractère ordinaire, je me sers de lunettes biconvexes, n° 16 ; mais lorsque je regarde par l'un de ces espaces transparens, je puis lire sans lunettes et

très-aisément le plus petit caractère, et cela à des distances très-variées, depuis cinq décimètres jusqu'à cinq ou six centimètres de l'objet à l'œil. (Il me faut cependant plus de lumière pour lire de loin.)

Ces caractères (même usés, pourvu qu'ils ne le soient pas à l'excès) me paraissent d'une netteté parfaite, et quoiqu'il arrive sans doute beaucoup moins de lumière sur ma rétine au travers de cet espace (qui n'est que la cinquième ou la sixième partie de celui qui me paraît occuper le trou) qu'il ne lui en arrive lorsque l'œil est nu, le fond me paraît beaucoup plus blanc et le caractère beaucoup plus noir.

9me *Observation.* Lorsque je regarde par le milieu à-peu-près de la partie la moins transparente du trou fig. 6e, le trait *a* (fig. 1re) auquel j'ai fait faire un quart de tour afin que sa situation se trouve perpendiculaire à celle qu'il avait d'abord, je vois trois traits parallèles comme *b*, *c*, *d* (même figure), mais beaucoup plus foncés et un peu plus rapprochés.

En éloignant l'objet de l'œil, il paraît très-sensiblement diminuer de grosseur, augmenter au contraire en le rapprochant.

Un petit trou dans un papier noir (un papier blanc ou de toute autre couleur peut servir; mais le noir vaut mieux, ou celui de quelque couleur obscure très-foncée) peut donc à la rigueur me servir de loupe ou de lunettes. Je puis voir à-la-fois, à la distance de cinq décimètres, un espace demi-circulaire dont la convexité est tournée en en-bas, et dont une ligne de ce journal est la corde ou le diamètre; mais sans la tache obscure du milieu, j'en verrais à-la-fois presque toute une page;

et plusieurs presbytes, dont les yeux n'ont pas le même défaut, trouvent cette espèce de loupe ou de lunettes assez commode : elle a au moins cet avantage, que l'on peut sans frais et sans embarras en pourvoir amplement les poches de tous ses habits, pour servir, au besoin, aux gens distraits qui se trouvent quelquefois fort en peine pour avoir oublié leurs lunettes.

Je puis dire de l'apparence du petit trou vu par l'œil gauche tout ce que j'ai dit, ou à-peu-près, de celle qui se présente à l'œil droit, si ce n'est que la figure des parties opaques est différente. (*Voyez* figure 7e.) Il n'y a ici proprement que deux espaces diaphanes, dont l'un beaucoup plus grand et plus clair que l'autre.

Il paraît donc qu'à l'œil nu chaque espace transparent me donne une image particulière, ainsi que le ferait un multipliant, et qu'en conséquence j'en vois ordinairement trois pour une : si quelquefois j'en vois quatre, cinq et jusqu'à sept, c'est que la distribution des parties plus ou moins opaques ou transparentes du petit trou est beaucoup plus compliquée que je ne l'ai représentée dans la figure, n'ayant pas assez d'habitude du dessin pour l'exécuter en détail, et ne pouvant, comme on se l'imagine bien, le faire aisément exécuter à d'autres.

Les bons yeux, ni myopes, ni presbytes, y voient de plus près au moyen du petit trou; ils n'y voient pas plus net de loin, au contraire; mais pour peu que la portée ordinaire de la vue soit éloignée, on voit beaucoup plus net, et le noir tranche sur le blanc d'une manière beaucoup plus décidée.

On a proposé de se servir, en guise de loupe, d'un petit trou percé dans une carte, une plaque de plomb, etc.,

ou pour voir les taches de la cornée transparente ; peut-être de quelqu'autre partie de l'œil ; ce que l'on peut d'ailleurs faire bien plus commodément avec un miroir, surtout un miroir concave ; car, comme nous allons le montrer, on ne voit point ces taches dans le trou, on n'y voit que leurs ombres ; mais je ne sache pas qu'on ait songé à substituer ce petit appareil, si simple et si facile à se procurer en tout temps et presque en tout lieu, aux lunettes des presbytes. On s'est plaint de ce qu'il fatigue la vue ; mais c'est principalement parce qu'on cligne un des yeux, ou qu'on le presse fortement pour regarder avec l'autre ; cela est inutile : on peut laisser les deux yeux ouverts, ou se contenter d'appliquer la main ou un morceau d'étoffe sur celui qu'on veut fermer. Du reste, je suis loin de disconvenir que les lunettes ne soient beaucoup plus commodes, et l'on fait très-bien de s'en servir de préférence quand on en a.

Je soupçonne cependant que, dans le cas dont parle M. Arago d'après M. Stack, où la vision est toujours confuse, quel que soit le foyer des lentilles dont on se sert, elle deviendrait nette en regardant par un petit trou : ce qui me le fait croire, c'est qu'avec des lunettes on ne voit qu'à une certaine distance ; au lieu que, par le moyen que j'indique, les limites de cette distance sont très-étendues.

L'épingle que l'on place très-près de l'œil, entre celui-ci et un trou percé dans une carte, et dont on croit voir derrière l'image renversée, a beaucoup de rapport à l'*observation* 8e ; mais il me semble que M. Beudant, qui rapporte cette expérience dans son *Cours élémentaire des Sciences physiques* (p. 444), ouvrage d'ail-

leurs fort intéressant, n'en donne pas une explication satisfaisante. Selon lui, la couche d'air située derrière la carte fait l'office du plan sur lequel viennent se peindre les objets extérieurs dans une chambre obscure. Mais 1°. s'il en était ainsi (et si j'ai bien saisi sa pensée), l'image de l'épingle ne paraîtrait pas plus renversée que celle que réfléchirait une glace. 2°. Je comprends bien ce que c'est qu'une couche d'air située derrière la carte; mais c'est de celle qui est située derrière le trou dont il s'agit, et celle-ci n'est rien de réel; c'est une pure conception géométrique qui ne saurait produire aucun effet physique. Ou je me trompe bien, ou l'effet serait à-peu-près le même s'il était possible de faire l'expérience dans le vide. 3°. On ne voit pas proprement l'image de l'épingle; on ne voit que son ombre, un espace noir dont le contour est celui qui se dessinerait dans un plan vertical partageant l'épingle en deux parties égales; on ne voit pas autre chose : les rayons qui rasent l'épingle ou passent entr'elle et les bords de la pupille, ne se croisant pas, dessinent sur la rétine une image *droite* de cette ombre, d'où vient qu'elle paraît renversée.

Pour en revenir à mes yeux, ils voient donc comme si leurs cristallins, ainsi que celui de M. Charles, avaient plusieurs foyers, et cette multiplicité de foyers peut provenir de plusieurs causes; de ce que, par exemple, ils sont taillés à facettes, ou de ce qu'ils sont composés de masses distinctes de densité et de réfrangibilité différentes. Cette organisation particulière donne lieu à quelques autres phénomènes assez remarquables, que je me propose de décrire dans un autre Mémoire.

Examen *chimique du Piment, de son principe âcre, et de celui des plantes de la famille des renonculacées.*

Par Henri Braconnot, Professeur à Nancy.

Le piment, connu aussi sous les noms de *poivre d'Inde, de Guinée* ou *du Brésil, poivre de nègre, poivre long, corail des jardins, etc.*, est, comme on le sait, la baie presque sèche du *capsicum annuum*, dont les Espagnols et les Portugais font un usage extrêmement fréquent pour assaisonner presque tous leurs mets. En France, on ne s'en sert guère que pour le vinaigre, dont il relève le goût, et pour la préparation des cornichons, auxquels il communique une saveur piquante agréable. On cultive le piment dans le Languedoc et en Provence, d'où il nous vient par la voie du commerce. On le propage aussi dans nos jardins à raison de la belle couleur rouge de ses fruits.

Ces fruits, tels qu'ils se trouvent dans le commerce, ont été débarrassés de leurs pédoncules et de leurs graines; mais on n'a pu y parvenir qu'après avoir eu la précaution de s'envelopper la figure d'un linge mouillé pour éviter une poussière âcre, très-pénétrante, qui a une action particulière si marquée sur la membrane olfactive et sur la trachée-artère, qu'elle cause un éternuement continu extrêmement violent, et une toux convulsive capable de rompre quelques vaisseaux.

Le péricarpe du piment macéré dans l'eau lui communique son âcreté, d'où il semblerait que son principe âcre est soluble dans ce menstrue.

La décoction de ce péricarpe, essayée avec les réactifs, n'a rien manifesté de remarquable avec les acides et les alcalis déliquescens; mais la plupart des sels, tels que le muriate de chaux, le nitrate de baryte, le nitrate de strontiane, le sulfate de manganèse, le sulfate de fer, l'acétate de zinc, de plomb, y ont formé des coagulations abondantes; il en a été de même avec l'eau de baryte et la chaux délayée : l'alcool en a séparé une gelée abondante. L'infusion de noix de galle y a formé un précipité. L'acide oxalique n'a que légèrement troublé cette liqueur, qui n'a été affectée ni par l'alun ni par l'hydrochlorate de soude.

10 grammes de péricarpe du piment, épuisé, par l'eau bouillante, et la liqueur évaporée à siccité, puis traitée par l'eau, il est resté une matière féculente, insoluble, assez abondante, d'un rouge brun qui sans doute lui est étranger, douce au toucher et ressemblant à de l'amidon cuit : bien lavée et desséchée, elle pesait $0^{g},9$; exposée au feu, elle brûle sans boursoufflement en répandant une odeur de pain brûlé, et laisse un charbon assez abondant. L'eau bouillante ne la dissout pas sensiblement; mais elle s'y gonfle et s'y délaie en flocons. Une dissolution de potasse étendue, aidée de la chaleur, la dissout, et l'acide sulfurique forme dans cette liqueur un précipité marron abondant. L'acide hydrochlorique bouillant n'a aucune action sensible sur cette substance, qui se décolore entièrement en la plongeant dans une dissolution de chlore. Au reste, broyée avec l'iode, elle n'a pas donné de couleur bleue, comme le ferait l'amidon ou les substances qui en contiennent.

Action de l'Alcool sur le Péricarpe du piment.

10 grammes de péricarpe desséché de piment, réduits en petites parcelles, ont été mis en ébullition avec de l'alcool à 35°, jusqu'à ce qu'il n'eût plus sensiblement d'action ; les liqueurs, exprimées bouillantes à travers un linge et réunies, se sont troublées par le refroidissement, et ont laissé déposer une matière grasse d'un beau rouge orangé : on a distillé le liquide alcoolique avec le sédiment pour en extraire la plus grande partie de l'alcool ; celui-ci n'avait contracté aucune âcreté ; d'où il suit que le principe âcre du piment n'est point volatil avec l'alcool : on a continué l'évaporation à une douce chaleur, et il est resté un résidu du poids de 0g,9 ; délayé dans un peu d'eau, il a donné une liqueur trouble qui a été exposée à une douce chaleur pour rassembler la matière grasse disséminée dans toute la masse, et on l'a séparée par le filtre après le refroidissement. La liqueur aqueuse qui a passé était d'une extrême âcreté ; évaporée à siccité, il est resté environ 0g,4 d'un résidu que l'on a mis en macération avec de l'éther ; celui-ci s'est chargé d'une huile d'un jaune orangé, d'une âcreté mordicante excessive, et dont le poids pouvait s'élever à 0g,03. Le résidu, sur lequel l'éther n'avait plus sensiblement d'action, était encore âcre, mais beaucoup moins qu'auparavant. Après l'avoir fait redissoudre dans l'eau, on a fait fondre dans la liqueur bouillante de l'adipocire de savon de suif qui s'est emparé des dernières portions de l'huile âcre qui avaient échappé à l'éther. La liqueur n'avait plus alors qu'une saveur légèrement amère, point désagréable et analogue à celle des noix ; elle contenait

un peu de matière animalisée, de l'hydrochlorate de potasse, mais point de sel végétal à base de potasse, pas même d'acétate; ce dont je me suis d'ailleurs assuré. En précipitant directement une infusion aqueuse de piment par le sulfate d'argent, la liqueur, filtrée, puis évaporée et traitée par l'acide sulfurique, n'a dégagé aucune vapeur acide.

Je reviens à la matière grasse restée sur le filtre : lavée et desséchée, elle pesait 0g,25; elle était d'un rouge de sang et avait une consistance un peu plus grande que celle de la graisse de porc : mise à digérer avec de l'alcool froid pendant vingt-quatre heures, elle s'est partagée en deux substances, l'une qui a résisté à l'action de l'alcool froid, et avait les propriétés d'une matière cireuse : elle pesait 0g,09; l'autre, en dissolution dans l'alcool, était une huile rouge, ou le principe âcre du piment; son poids, après l'évaporation de l'alcool, était de 0g,16.

Nous allons examiner successivement chacune de ces deux matières.

Du Principe âcre du Piment.

Ce principe est une huile fluide d'un rouge brun et d'une excessive âcreté; mise en très-petite quantité sur la langue, elle développe aussitôt dans toute la capacité de la bouche une chaleur brûlante insupportable, mais qui se dissipe au bout d'une demi-heure; en quoi elle diffère de l'âcreté de la matière résineuse des euphorbiacées et des thymélées, qui ne se manifeste pas d'abord dans la bouche, mais dure beaucoup plus long-temps.

Cette huile âcre a le caractère des huiles fixes; mais

elle semble se rapprocher des huiles volatiles par sa solubilité dans l'eau : en effet, après avoir été lavée un grand nombre de fois avec ce liquide, il contracte une saveur brûlante, et la matière huileuse disparaît. Sa solubilité dans l'eau est encore augmentée lorsqu'elle retient de la matière animalisée.

La même huile âcre se dissout aussi très-facilement dans l'alcool froid, même affaibli, et dans la dissolution de potasse. Avec la baryte, elle forme une combinaison solide et conserve son âcreté; le chlore la décolore en grande partie. Au feu, elle brûle en répandant une vapeur qui affecte la poitrine et occasionne la toux. Exposée à l'air et à la lumière, elle s'épaissit peu à peu, et se convertit en une substance qui a la consistance et quelques-unes des propriétés de la cire; ce qui donne à présumer que cette dernière pourrait bien n'être originairement qu'une huile fluide sécrétée dans le corps des abeilles, et qui n'acquiert la consistance de vraie cire que par le contact de l'air, et après avoir transsudé par les segmens de leur abdomen.

De la Matière cireuse du Piment.

Cette matière, bien débarrassée de l'huile âcre, ressemble beaucoup à cette huile convertie en matière cireuse par le contact de l'air; elle est d'une belle couleur rouge; elle n'a point une saveur aussi brûlante que l'huile âcre. L'alcool froid n'a pas sensiblement d'action sur elle; mais bouillant, il la dissout et l'abandonne par le refroidissement sous forme de flocons rouges. La potasse à froid a aussi peu d'action sur cette matière; mais à

chaud, la dissolution s'opère; un acide versé dans la liqueur y forme un précipité floconneux d'un rouge de sang. L'eau de baryte bouillie sur cette matière n'en a point séparé le principe colorant rouge, qui semble y adhérer très-fortement. Au reste, cette substance grasse paraît être due à un commencement de cérification de l'huile âcre fluide opérée par les progrès de la végétation.

Action de l'eau sur le résidu du péricarpe du piment épuisé par l'alcool.

Ce résidu, provenant des 10 grammes de piment employés, a été traité plusieurs fois par l'eau bouillante pour lui enlever toutes les parties solubles; on a réuni les liqueurs, puis elles ont été évaporées avec précaution jusqu'à siccité, et on a obtenu un résidu transparent d'un brun rougeâtre foncé, attirant un peu l'humidité de l'air, et du poids de 2 grammes : il contenait au moins trois substances, savoir : une matière gommeuse assez particulière, un sel végétal à base de potasse et une matière animalisée.

De la Matière gommeuse du piment.

On a fait dissoudre dans l'eau les 2 grammes du résidu précédent, et on a versé avec précaution dans la liqueur de l'alcool; il s'est précipité une gelée transparente assez abondante, qui a été séparée de la liqueur par la filtration à travers un linge; bien lavée avec un mélange d'eau et d'alcool, puis desséchée, elle pesait 0g,6 : elle est d'une saveur fade, d'une couleur rouge qui vraisemblablement lui est étrangère.

Sa dissolution aqueuse ne se prend point en gelée; elle n'est point troublée par l'infusion de noix de galle; mais elle est précipitée à l'instant par presque tous les sels, excepté peut-être ceux dont les bases sont facilement solubles dans l'eau : en effet, les sels de plomb, de fer, de cuivre, de zinc, d'argent, de chaux, de baryte, d'alumine, etc. coagulent sa solution en une gelée transparente abondante; mais les sels à base de potasse, de soude et d'ammoniaque n'y produisent aucun effet. Cette matière, exposée au feu, brûle à la manière des gommes, et laisse un résidu alcalin; ce qui prouve qu'il est difficile de la priver entièrement du sel végétal à base de potasse. Elle ne partage point avec les autres gommes la propriété collante, et se rapprocherait assez de la gelée de plusieurs cucurbitacées si sa dissolution avait la propriété de se coaguler par le froid. Elle a aussi quelques-uns des caractères de la gomme que j'ai indiqués dans la gentiane, quoique cette dernière ne produise rien d'apparent avec le sulfate d'alumine, le nitrate d'argent, l'hydrochlorate de chaux; tandis que la matière gommeuse du piment coagule abondamment ces dissolutions.

Du Sel végétal à base de potasse contenu dans le piment; examen de son acide.

La liqueur d'où la matière gommeuse précédente avait été séparée par l'alcool a été exposée à la chaleur pour expulser ce dernier; on l'a étendue d'eau, et on y a versé de l'acétate de plomb qui y a formé un précipité, lequel, bien lavé et décomposé convenablement, a donné un acide coloré, poissant, très-aigre, et duquel l'alcool a sé-

paré un peu de gomme et de matière animalisée. Une petite quantité de cet acide, brûlée à la flamme du chalumeau sur une pointe d'argent, a laissé un résidu charbonneux dans lequel on distinguait quelques globules d'acide phosphorique vitreux; ce qui indique la présence d'un phosphate alcalin dans le piment. Cet acide végétal, traité par l'alcool et par l'éther, évaporé en consistance sirupeuse et abandonné pendant plusieurs jours, a donné des cristaux prismatiques aplatis, environnés d'un liquide visqueux incristallisable, qui contenait le même acide uni à une matière animalisée qui l'empêchait de cristalliser. Voyant qu'ainsi on ne pouvait l'obtenir dans son état de pureté, on l'a étendu d'eau bouillante, et on y a projeté du carbonate de chaux jusqu'à cessation d'effervescence; il s'est précipité un sel calcaire blanc pulvérulent, et le liquide surnageant ne retenait plus que de la matière colorante brune. Le sel calcaire, lavé avec un peu d'eau et décomposé avec une petite quantité d'acide sulfurique étendu d'alcool, a fourni un acide incolore qui a donné les résultats suivans :

1°. Evaporé en consistance de sirop, il a cristallisé entièrement, mais seulement au bout de trois ou quatre jours.

2°. Il ne produit aucun changement avec le nitrate d'argent, le nitrate de plomb, le sulfate de fer vert et le sulfate rouge; mais il forme des précipités blancs abondans avec l'acétate de plomb, ainsi qu'avec le nitrate de mercure protoxidé : ces précipités sont solubles dans le vinaigre distillé.

3°. Cet acide, saturé par l'ammoniaque, a donné un sel très-difficilement cristallisable, dont la dissolution ne

trouble point le nitrate de chaux au moment du mélange; mais, au bout de quelques heures, il se forme un dépôt grenu, pulvérulent.

4°. Si à la combinaison neutre d'ammoniaque ou de potasse avec l'acide du piment on ajoute ce dernier en excès, il ne se fait aucun changement, même avec le temps; tandis qu'une dissolution d'un peu de tartrate de potasse ou d'ammoniaque, dans laquelle on ajoute un excès de leur acide, y forme, dans le même instant, une multitude de petits cristaux d'acidule tartareux.

Il est inutile d'insister davantage sur cet acide; il est évident qu'il est absolument semblable à l'acide citrique, qui est plus commun qu'on ne pense dans les végétaux, et que l'on a quelquefois confondu avec l'acide malique, comme cela m'est arrivé, pour avoir négligé d'en séparer une matière colorante qui l'empêche de cristalliser.

La liqueur contenant le résidu de l'extrait du piment épuisé par l'alcool et précipité par l'acétate de plomb, a été passée à l'hydrogène sulfuré pour la priver du plomb qu'elle contenait, puis on l'a évaporée en consistance de sirop épais; délayée avec de l'alcool, il s'en est précipité une matière animalisée, et la liqueur alcoolique a été mise à part.

De la Matière animalisée du piment.

Cette matière, bien lavée avec de l'alcool affaibli pour la priver de l'acétate de potasse qu'elle retenait, pesait 0g,5 après sa dessiccation; elle était d'une couleur brune, d'une cassure vitreuse et d'un aspect semblable

à la colle forte, mais beaucoup moins animalisée; car elle n'a point donné de carbonate d'ammoniaque à la distillation, mais un produit qui rougissait le tournesol et contenait de l'ammoniaque. Exposée au feu, elle brûle avec boursoufflement en répandant une odeur fétide, et laisse un charbon alcalin qui indique qu'elle n'était pas entièrement privée d'acétate de potasse. La dissolution de cette matière dans l'eau, abandonnée à une douce température, se trouble en déposant un sédiment muqueux, et répand l'odeur putride des matières animales qui se décomposent. Cette dissolution est précipitée par le tannin; elle l'est aussi en partie par l'acétate de plomb et entièrement avec le sous-acétate de ce métal; car la liqueur surnageant le dépôt était parfaitement limpide et incolore. Le nitrate d'argent, le sulfate de fer, l'eau de baryte, séparent aussi en partie cette matière de sa dissolution aqueuse.

La liqueur alcoolique, résultant de la précipitation de cette matière animalisée, en retenait encore une petite quantité que l'alcool n'avait pu séparer entièrement, parce qu'elle était retenue par une assez grande quantité d'acétate de potasse formé par la décomposition du citrate de potasse par l'acétate de plomb.

On a versé avec précaution dans cette liqueur alcoolique de l'acide sulfurique, qui y a formé un précipité abondant de sulfate de potasse. Ce sel, bien desséché, pesait 0g,63, et représente 0g,69 de citrate de potasse, en supposant qu'il n'y a eu que ce sel de décomposé; mais comme il se trouvait aussi dans la liqueur un peu de muriate et de phosphate de potasse qui ont dû être dé-

composés en même temps que le citrate de potasse par l'acétate de plomb, je réduis la quantité de citrate de potasse à $0^g,6$.

Du Marc du piment.

Ce marc, bien épuisé par l'eau et l'alcool bouillant, et desséché, pesait $6^g,78$; il n'avait pas entièrement perdu sa couleur rouge, quoiqu'ayant long-temps bouilli avec l'alcool. Il a été mis en macération pendant plusieurs jours avec de l'acide muriatique, qui n'en a rien extrait qui fût précipitable par les alcalis : cependant ce résidu contenait de la chaux, ainsi que je m'en suis assuré par sa combustion. Au reste, on se tromperait si l'on croyait que la chaux n'existe dans les végétaux qu'à l'état de combinaison avec les acides (1).

---

(1) J'ai examiné quelques lichens qui se présentent sous la forme de croûtes, et entr'autres la variolaire commune qu'on rencontre très-fréquemment sur l'écorce du hêtre et de plusieurs autres arbres sur lesquels elle forme des plaques lépreuses, crétacées, souvent fort étendues. Cette production, pulvérisée, ressemble à une matière terreuse blanche; épuisée long-temps par l'eau, l'alcool et l'acide muriatique bouillant, elle a laissé un résidu qui a donné après sa combustion la moitié de son poids de carbonate de chaux; mais j'ignore dans quel état la chaux peut exister dans ce singulier composé, parce que je n'ai pu la dégager que par des moyens violens.

100 parties de variolaire commune recueillie sur le tilleul m'ont donné :

Il résulte de ce qui précède que 100 parties de piment contiennent les matières suivantes :

1°. Matière féculente.	9,0 ;
2°. Huile très-âcre	1,9 ;
3°. Matière cireuse unie à un principe colorant rouge	0,9 ;
4°. Matière gommeuse d'une nature particulière.	6,0 ;
5°. Matière animalisée	5,0 ;
6°. Citrate de potasse.	6,0 ;
7°. Marc épuisé.	67,8 ;
8°. Muriate de potasse, 9°. Phospate de potasse, } et perte.	3,4 ;
Total.	100,0.

Du Principe âcre des Renonculacées.

On sait que la plupart des plantes de cette famille ont une âcreté considérable ; qu'étant appliquées sur la peau,

1°. Matière analogue à la cire.	5,0 ;
2°. Principe amer et âcre.	2,0 ;
3°. Matière colorante verte.	1,0 ;
4°. Substance pulvérulente indéterminée.	3,0 ;
5°. Matière sucrée incristallisable.	0,5 ;
6°. Gelée.	4,4 ;
7°. Matière végétale analogue à la précédente. .	31,0 ;
8°. Matière végétale inconnue.	34,0 ;
9°. Chaux qui était unie intimement à la matière précédente.	18,0 ;
10. Phosphate de chaux ferrugineux et perte.	1,1.
Total.	100,0.

elles la rubéfient, et finissent par y produire l'effet des cantharides ; mais on n'est pas d'accord sur la nature de ce principe caustique que l'on a regardé comme très-singulier parce qu'on a supposé gratuitement qu'il n'était détruit que par l'eau, tandis qu'on augmentait son intensité par les acides, le miel, le sucre, l'alcool, etc. C'est pour vérifier si ces propriétés étaient fondées, et pour répondre aux voeux du savant Décandole que j'ai entrepris les essais suivans, qui, tout imparfaits qu'ils sont, pourront du moins fixer les idées sur la nature du principe âcre des renonculacées.

Clématites. Les jeunes tiges de *clematis flammula*, recueillies en mars et dépouillées de leur épiderme, ont été ratissées pour enlever l'écorce, qui exhalait une odeur très-pénétrante qui irritait fortement les yeux et les narines ; coupée avec des ciseaux, elle a été introduite dans une cornue, et on a distillé au bain-marie : le liquide obtenu contenait en dissolution le principe de l'âcreté, mais sans qu'on pût y observer aucun globule d'huile volatile, quoique le récipient dans lequel il a été reçu parût sali par une matière huileuse ; d'où il semblerait que le produit âcre de cette dissolution est une huile volatile soluble dans l'eau. Il est d'une saveur caustique et d'une odeur pénétrante semblables à celles du raifort. Des compresses imbibées de ce produit, appliquées sur la peau, l'ont rubéfiée en causant une légère douleur.

Il ne rougit point la teinture de tournesol, et n'est point affecté par les autres réactifs, si ce n'est le nitrate d'argent, qui ne produit d'abord aucun effet sensible ; mais si on expose le mélange à la lumière solaire, il devient par degrés d'un rouge marron, et il se dépose des flocons de

la même couleur; mais la liqueur conserve toute l'intensité de son odeur pénétrante et de sa saveur âcre; ce qui prouvé que l'altération produite par le nitrate d'argent est due à une substance étrangère au principe âcre odorant (1).

Ainsi dissous dans l'eau et exposé à l'air dans un vase ouvert, le principe âcre se volatilise, et il ne reste plus qu'une liqueur insipide et inodore. La même dissolution, agitée dans un vase fermé avec de l'huile fixe, abandonne à cette dernière le principe âcre en vertu d'une affinité supérieure, et il ne reste qu'une liqueur aqueuse peu sapide. Ce principe âcre ne paraît point contenir de soufre; car sa dissolution dans l'eau ne s'est point colorée par le sous-acétate de plomb, même en y ajoutant un peu d'alcali, et des feuilles d'argent y ont conservé tout leur éclat.

L'âcreté de la dissolution du principe âcre des renonculacées n'est ni augmentée ni affaiblie par le miel, le sucre, le vin, l'alcool, et ce principe peut se conserver indéfiniment en dissolution dans l'eau, sans qu'il éprouve la moindre altération dans ses propriétés. J'en ai conservé dans des flacons pendant près d'un an, et la liqueur était

---

(1) L'eau pure, nouvellement distillée et mêlée au nitrate d'argent, ne s'est point sensiblement colorée étant exposée à la lumière; tandis que le contraire est arrivé avec l'eau distillée des plantes inodores, et même avec l'eau de pluie, avec lesquelles il a produit un léger précipité marron qui peut être dû, dans ce dernier cas, à quelques débris exhalés par les corps organisés, ou peut-être à quelques traces d'hydrochlorate.



aussi pénétrante et aussi âcre que si elle venait d'être préparée; mais elle rougissait alors la teinture de tournesol, et avait perdu sa transparence, était devenue laiteuse, et il s'en est déposé une matière floconneuse blanche, entremêlée d'une autre substance en petites paillettes irisées, cristallines, très-brillantes, et décomposant vivement la lumière solaire; la première, lavée et desséchée sur un filtre, était très-blanche; exposée au feu, elle a brûlé sans se fondre, en laissant un résidu charbonneux considérable. Les acides ont peu d'action sur cette substance; mais elle s'est dissoute en partie dans la dissolution de potasse, et l'a colorée en jaune. Il me paraît que cette matière est de la nature du ligneux. Quant à l'autre substance cristalline brillante, elle était en si petite quantité que je n'ai pu l'examiner.

Dans l'intention d'isoler entièrement la substance âcre des renonculacées, j'avais broyé de jeunes rameaux de *clematis* avec de l'huile d'olive, qui dissout le principe âcre et le retient assez fortement : cette huile, exposée à la chaleur dans une cornue, a abandonné en grande partie ce principe; mais il était encore dissous dans l'eau : j'aurais dû répéter cette expérience.

Le résidu de la distillation de l'écorce de *clematis flammula*, desséché à l'air, n'avait plus le moindre indice d'âcreté; sa saveur était au contraire douceâtre; elle a fourni en effet une matière sucrée, de la gomme, une matière animalisée, du malate et du citrate de potasse et de chaux, matières qu'on retrouve ordinairement dans la plupart des autres renonculacées.

La volatilité du principe âcre des renonculacées explique pourquoi les jeunes pousses de *clematis vitalba*, qui

sont si âcres qu'appliquées à l'extérieur elles font naître des ulcères dont les mendians se servent quelquefois pour exciter la commisération, peuvent néanmoins être employées comme aliment pour l'homme, après avoir bouilli dans l'eau, ainsi què cela se pratique dans quelques pays. Elles perdent aussi entièrement toute leur âcreté par la simple dessiccation, ce dont je me suis assuré sur toutes les renonculacées âcres que j'ai pu me procurer. Dans cet état de dessiccation, ces plantes peuvent fournir un excellent fourrage pour le bétail, tandis qu'elles l'empoisonnent infailliblement lorsque, n'ayant pas le choix des herbes propres à faire sa nourriture, il broute les jeunes pousses de ces plantes fraîches.

Les jeunes rameaux herbacés dès autres espèces de clématites, telles que les *clematis vitalba*, *viticella*, *recta*, *orientalis*, *integrifolia*, *florida*, distillés avec de l'eau, m'ont donné les mêmes résultats; mais les deux dernières ne contiennent qu'une petite quantité de principe âcre.

Anémones. L'*anemone nemorosa*, écrasée, a fourni, à la distillation avec de l'eau et à une douce chaleur, un produit d'une odeur piquante de crucifères, d'une saveur âcre et caustique, et qui a donné les mêmes résultats que les clématites. La liqueur restée dans la cornue n'avait plus la moindre âcreté, mais seulement une légère saveur douceâtre légèrement amère; il en a été de même de l'*anemone pulsatilla*, qui est aussi très-âcre: son extrait, qu'on supposait fort âcre, est au contraire légèrement sucré; il contient aussi une matière sucrée, une matière animalisée, de la gomme, du malate et du

citrate de potasse et de chaux. Cet extrait est fort innocent, même étant pris intérieurement en assez grande quantité, ainsi que je m'en suis assuré sur moi-même : d'après cela, comment croire avec M. Storck que cet extrait, à très-petites doses, a réussi dans la paralysie, les douleurs rhumatismales, la goutte sereine, etc. ?

L'*anemone hepatica* ne m'a fourni que des traces imperceptibles de principe âcre volatil.

Renoncules. Les tiges de *ranunculus bulbosus*, mais surtout ses bulbes écrasés et distillés, ont donné, comme les plantes précédentes, un produit liquide fort âcre, d'une odeur piquante de raifort, qui contenait le principe âcre volatil en dissolution, mais associé à d'autres substances ; car cette liqueur s'est troublée au bout de deux mois, sans perdre en aucune manière son odeur et sa saveur, et a laissé déposer une matière floconneuse blanche, entre-mêlée de petites paillettes brillantes, micacées, opalines, dont je ne connais pas la nature. Le résidu de cette distillation n'avait point d'âcreté. Les *ranunculus flammula*, *lingua*, *acris*, ont donné à-peu-près les mêmes résultats que le *ranunculus bulbosus* ; mais ce qui est remarquable dans des plantes du même genre, c'est que je n'ai pu retrouver la moindre trace du principe âcre dans les *ranunculus auricomus*, *lanuginosus*, *phylonotis*, *repens*, *ficaria*, que l'on mange comme herbes potagères dans certains pays.

Hellébore. Les tiges et les feuilles d'*helleborus fœtidus*, écrasées et soumises aux mêmes épreuves que les plantes âcres précédentes, ont aussi donné les mêmes résultats, et ont fourni le principe âcre pénétrant, absolument semblable à celui des autres renonculacées. Si ce

principe est une huile volatile, ainsi qu'il y a tout lieu de le présumer, il se pourrait que cette huile éprouve, dans certaines circonstances de la végétation, une altération qui en modifie les propriétés; car M. Vauquelin a trouvé que le principe âcre des racines d'*hellebonus hiemalis* jouissait des propriétés intermédiaires entre celles des huiles fixes et des huiles volatiles.

Aconits. La plupart des aconits sont incontestablement fort âcres, surtout au printemps; mais cette âcreté se manifeste dans la bouche d'une toute autre manière que celle qui est causée par les autres renonculacées: celles-ci agissent presque immédiatement; et l'impression qu'elles font n'est que passagère, tandis que l'âcreté des aconits, qui n'exerce son influence que quelque temps après qu'on les a mâchés, est fort tenace.

L'aconit napel en pleine floraison, broyé dans un mortier, n'a point laissé exhaler l'odeur particulière des renonculacées âcres. Distillé avec de l'eau à une douce chaleur, il a fourni un produit d'une saveur herbacée, fade, mais nullement âcre; il en a été de même du marc exprimé, et le liquide qui en est sorti n'avait pas la plus légère acrimonie; et quoique conservé en assez grande quantité dans la bouche, et même avalé, il n'a produit aucun effet remarquable; tandis qu'une petite quantité de feuilles fraîches de napel a fait ressentir, quelque temps après en avoir mâché, une âcreté fort déplaisante.

Ce principe âcre est donc éminemment destructible par la chaleur, ainsi que par la simple dessiccation de la plante: sous ce rapport, il se rapproche un peu du principe âcre des *arum*, de celui du poivre d'eau...., qui se

détruisent aussi par la chaleur, ainsi que je m'en suis assuré. On remarque aussi une décomposition analogue dans l'arome des liliacées, qui est encore si délicat que la température nécessaire pour le dégager le détruit.

Cette grande destructibilité du principe âcre de l'aconit rend fort douteuses les merveilleuses propriétés que Storck attribuait à l'extrait de napel, surtout à la dose de $\frac{8}{100}$ de grain. Au surplus, les feuilles de cette plante, après avoir subi la coction, sont si peu dangereuses qu'on les mange en Suède comme herbes potagères; et, comme l'observe très-bien le professeur Thouin, il faut beaucoup rabattre des qualités délétères qu'on leur a attribuées.

Actæa spicata. L'actée est regardée comme un poison dangereux, et placée au premier rang parmi les plantes âcres et rubéfiantes; cependant j'en ai mâché une certaine quantité, et il m'a été impossible d'y reconnaître l'âcreté qu'on lui suppose, mais seulement une saveur herbacée légèrement astringente. Aurait-on encore exagéré, ou se serait-on mépris sur cette plante en lui attribuant des qualités qu'elle n'a pas, ainsi que cela est arrivé si souvent à l'égard de tant d'autres? Quelques essais me permettent de le croire; mais il faudrait les multiplier pour dissiper toute espèce d'incertitude.

Il paraît en général que les principes immédiats des renonculacées ont beaucoup de ressemblance avec ceux des crucifères; ce qui semblerait devoir établir un rapprochement dans l'ordre naturel entre ces deux familles; car on retrouve, dans l'une et dans l'autre, un principe âcre, volatil, fort analogue, qui se dissipe entièrement par la dessiccation de la plante, une matière sucrée, de

la gomme, une matière animalisée, du malate et du citrate de potasse et de chaux.

Il résulte aussi d'un assez grand nombre de faits que généralement toutes les plantes âcres et caustiques doivent cette propriété à un corps hydrogéné, huileux ou résineux; résultat qui avait déjà été annoncé par M. Vauquelin. Ainsi, les plantes âcres de la famille des labiées, des crucifères, des renonculacées, les aulx doivent leur âcreté à une huile volatile. Dans le poivre, le piment, le tabac, c'est une huile fixe qui se rapproche par quelques caractères des huiles volatiles. D'autres fois, l'âcreté réside dans une substance résineuse, ainsi qu'on l'observe parmi les plantes de la famille des euphorbiacées, des thymélées.

SUR *l'Arc-en-Ciel.*

On connaissait, il y a cinq siècles, les explications de l'arc-en-ciel attribuées communément à ANTOINE DE DOMINIS *et à* DESCARTES (1).

(Traduit par M. BILLY.)

LES écrivains d'optique ont à l'envi comblé de louanges *Dominis* et *Descartes*, comme ayant trouvé les premiers la cause immédiate des couleurs que présen-

---

(1) Nous avons tiré cet article d'un ouvrage italien dont il n'a jusqu'à présent paru que le premier volume, et qui porte

tent les nuées chargées de pluie, celui-ci dans l'arc-en-ciel supérieur, et celui-là dans l'arc-en-ciel inférieur principal. Je n'ai pas la présomption de m'inscrire en faux contre ce tribut d'éloges accordés à la mémoire de ces hommes célèbres, puisque c'est par la pénétration de leur génie qu'ils sont parvenus à dévoiler le procédé secret par lequel la nature prodigue ces brillantes couleurs à l'iris. Mais la justice me fait un devoir de réclamer avec plus de raison et de force une réparation éclatante et méritée en faveur d'un religieux dominicain, négligé peut-être par ses contemporains et presque ignoré de la postérité, lequel, dès 1300, expliqua la cause des deux arcs-en-ciel aussi clairement qu'aurait pu le faire, avant Newton, le meilleur physicien du 17me siècle, après avoir lu Descartes et Antoine de Dominis. Ma réclamation est fondée sur un livre inédit dont je vais donner un extrait.

J'ai trouvé la première trace de ce livre dans l'ouvrage de Quetif, *sur les Ecrivains de l'ordre des Frères Prêcheurs*, tome Ier, page 513. Voici cette notice : *Théodoric de Saxe, de l'ordre des Frères Prêcheurs, vers* 1311, *écrivit sur le 4me livre des Sentences, et sur les phénomènes des rayons de lumière, et adressa son travail à Aimericus Placentinus, général de son ordre.*

J'ai trouvé ensuite ce dernier Traité écrit sur du par-

---

ce titre : *Commentari sopra la storia e le theorie dell' ottica del cavaliere Giambatista Venturi.* Les passages traduits littéralement du texte latin du Frère Théodoric sont accompagnés de guillemets.

chemin dans le 14me ou le 15me siècle. Sur la couverture de ce volume on lisait en caractères gothiques : Ce livre appartient au couvent des Frères Prêcheurs de Bâle, et il vient des livres de Fr. Jo. Toayst'n : prions pour lui. Ce livre, au temps de la réforme, passa de là dans la bibliothèque publique de la ville de Bâle : c'est là que, grâce à la complaisance de M. Huber, excellent professeur de mathématiques et bibliothécaire, j'ai pu examiner l'ouvrage à mon aise, et en extraire plusieurs articles. Je vais rapporter ici, dans les propres paroles de l'auteur, les passages qui méritent le plus d'être tirés de l'oubli, en les accompagnant des figures copiées fidèlement d'après l'original. Je me bornerai à signaler rapidement les endroits de moindre importance.

« Epître dédicatoire. — Frère Théodoric, de l'ordre » des Frères Prêcheurs, de la province teutonique, » professeur de la Faculté de théologie,

» Au révérend Père en Jésus-Christ Fr. Aimericus (1), général du même ordre.

» Lorsque je me suis trouvé avec Votre Révérence » au chapitre général à Toulouse, elle m'a engagé à » mettre par écrit ce que j'avais pu concevoir sur les » causes de la formation et de l'apparition de l'arc-en-» ciel dans les hautes régions de l'atmosphère.

---

(1) Il fut nommé général de l'ordre en 1304, dans le chapitre général de Toulouse cité un peu plus bas : il donna sa démission en 1311, après avoir chargé Frère Théodoric de professer à Paris.

» Mon Père, j'ai fait ce que vous m'avez ordonné.....
» La connaissance de ces phénomènes est appuyée sur
» des moyens plus certains et sur des argumens plus
» convaincans, grâce aux expériences multipliées et in-
» faillibles qui, comme on le verra par la suite, con-
» courent au même but avec la force des raisonnemens.....
» Pour plus de clarté, je divise en quatre parties ce
» Traité, qui est intitulé : *Des Phénomènes des rayons*
» (*de lumière*). Dans la première partie, il s'agit de
» quelques propriétés communes à tous les phénomènes
» de la lumière qui se manifestent dans les hautes régions
» de l'atmosphère. Dans la seconde partie, il s'agit spécia-
» lement de l'iris inférieure, qui est et qu'on nomme
» l'*iris principale*. Il y est aussi question des nuées qui
» sont dans son voisinage. Dans la troisième, on traite
» de même spécialement de l'iris supérieure et des
» nuées qui l'accompagnent. Dans la quatrième, on
» considère d'autres phénomènes du nombre de ceux
» dont on fait l'énumération au commencement de ce
» traité. »

PREMIÈRE PARTIE.

CHAP. Ier..... V. On ne parlera point, dans cet ouvrage, des phénomènes atmosphériques produits par la combinaison de quelques qualités élémentaires, comme sont les feux volans, les nuages, etc.; mais on traitera des phénomènes qui naissent simplement de la lumière. Ici, il faut aux considérations physiques joindre encore celles des différentes manières suivant lesquelles nous voyons les objets; ce qui se fait au moyen des rayons directs, des rayons réfléchis ou des rayons réfractés.

CHAP. VI. Les phénomènes lumineux qui apparais-

sent dans la haute région de l'atmosphère sont : l'iris inférieure, l'iris supérieure, les nuages qui se groupent à l'entour, l'iris blanche qu'on voit quelquefois dans le nuage, et l'iris tout-à-fait rouge (1); les halos plus ou moins complets autour du soleil et de la lune, les colonnes adjacentes au soleil, ou les *parélies* (que quelques personnes appellent *les cordons de la tente du soleil*), et finalement le soleil et les astres, teints par les vapeurs, voisins de l'horizon.

Chap. VII. « Il faut parler en conséquence de la manière dont se comportent les différens rayons qui produisent ces impressions sur la vue. Les manières d'agir des rayons de ce genre sont au nombre de cinq. Nous en avons des exemples dans les choses qui se manifestent ici-bas autour de nous..... Le premier mode est que les rayons tombent d'un astre sur la surface d'un corps..... et qu'ils soient réfléchis par cette surface comme par un miroir vers l'organe de la vue..... Nous avons, dans les miroirs ordinaires, un exemple commun de ce mode de rayonnement. Si tant est qu'une telle radiation cause l'apparence des couleurs qui en résultent, nous retrouvons ce mode dans les plumes des paons, dans celles des canards, et dans les fils de la toile des araignées, ainsi que dans plusieurs autres circonstances. »

Chap. VIII..... « Nous observons le second mode de

(1) L'aurore boréale. L'auteur, dans la quatrième partie, soupçonne que c'est une qualité absolue de la nature des feux volans et de celle des comètes, plutôt qu'un effet des rayons de lumière.

» radiation quand la lumière du soleil traverse une
» pierre cristallisée de forme hexagonale : dans ce cas,
» les rayons, en entrant obliquement par une des sur-
» faces du cristal, d'une part, et de l'autre, en sortant
» par une autre surface, colorent des teintes de l'arc-en-
» ciel les corps solides et opaques sur lesquels ils
» tombent. Vus à travers cette même pierre, d'autres
» objets non brillans paraissent colorés de même si on
» place convenablement la pierre entre l'œil et l'objet;
» c'est ce qu'on peut vérifier aisément; car, soit, par
» exemple, *A*, fig. 8, le soleil, qui lance ses rayons; *CB*,
» la pierre cristalline hexagonale; *D*, l'œil ou même le
» corps opaque. Dans ce cas, le rayon incident vient
» suivant la ligne *AC*; au point d'incidence, il pénètre
» dans la pierre, et s'y réfracte en s'approchant de la
» perpendiculaire *CF*; il arrive à l'autre surface sui-
» vant la ligne *CB*, et là, il sort de la pierre et se
» réfracte en s'éloignant de la perpendiculaire *BG*.
» Ensuite il parvient à l'organe de la vue ou à un corps
» solide et opaque quelconque; sa route est la ligne *BD*.
» La même chose arrive si le rayon tombe sur un corps
» rond. »

Chap. IX. « Nous observons la 3me espèce de rayon-
» nement dans les gouttes de rosée ou de pluie, et dans
» le cristal qu'on nomme *béril*..... Soit donc, fig. 9,
» un corps sphérique *ABC*; soit *D* un astre rayon-
» nant ou le soleil; *F* l'œil. Le rayon incident tombe
» sur ce corps suivant la ligne *DC*; il se réfracte au
» point d'incidence vers la perpendiculaire *CG*, et
» parvient à la partie opposée de la surface sphérique
» en suivant la ligne *CB*; au point *B*, il est réfléchi

» comme il le serait par un miroir, et cette réflexion » le renvoie vers la première portion de la surface sphé» rique où il était d'abord tombé; il est réfléchi, dis-je, » vers la partie inférieure de la même surface, selon la » ligne *BA*; sortant du corps au point *A*, il se ré» fracte en s'écartant de la perpendiculaire *AM*, et il » parvient à l'œil suivant la ligne *AF*..... Si on cou» vre avec le doigt ou autrement le point d'incidence » du côté de l'astre, tout le phénomène disparaîtra. »

Chap. X. « Le 4me mode de rayonnement que nous » considérons ici a lieu en plaçant le même corps » sphérique plus obliquement et plus loin de l'œil.......
» Soit *ABCD*, fig. 10, le corps sphérique; *Z* l'astre ou » le soleil, et *F* l'œil. Le rayon incident arrive à la par» tie inférieure suivant la ligne *ZA*; il se réfracte au » point *A*, et s'approche de la perpendiculaire *AG*; » il parvient à l'autre partie de la surface sphérique » suivant la ligne *AB*; réfléchi au point *B*, en faisant » l'angle de réflexion égal à celui d'incidence, il se » porte vers l'autre partie de la même surface, suivant » la ligne *BC*; réfléchi de la même manière au point *C*, » il retourne vers la première région où il était tombé » d'abord; son mouvement le porte vers la partie supé» rieure de cette région, suivant la ligne *CD*; au » point *D*, il sort de la sphère, se réfracte en s'écar» tant de la perpendiculaire *DM*, et arrive à l'œil, » selon la ligne *DF*, après avoir traversé, dans sa route, » la ligne *ZA*, ou la première ligne d'incidence. »

Chap. XI. « L'expérience nous offre un exemple satis» faisant de la cinquième manière dont se comportent » les rayons de lumière, lorsqu'ils nous représentent

» l'image de ce petit cercle qui se voit autour des astres » les plus lumineux. Soient *A*, fig. 14, l'astre rayonnant, » *B* le corps traversé par les rayons, soit un nuage ou » toute autre chose ; *C* l'œil, *AC* la ligne droite entre » l'astre et l'œil, *D* le point d'incidence situé hors de » cette droite, *F* le lieu d'incidence dans l'intérieur du » corps, *G* l'endroit où tombe la réflexion du rayon ; » en sortant de cet endroit ce rayon subit une réfrac- » tion qui l'écarte de la perpendiculaire *GM*, et il par- » vient à l'œil selon la ligne *GC*. Un autre mode du » même rayonnement pourrait être ajouté, en particulier, » aux modes précédens, auxquels on le ramène. C'est à » cette radiation qu'il faut rapporter la cause pour laquelle » quelques astres des plus brillans paraissent à leur lever » ou à leur coucher sous une autre couleur et sous une » autre grandeur, que quand ils sont plus élevés au- » dessus de l'horizon et dans un air pur. »

Chap. XII. . . . . XVII. Les corps sur lesquels agissent les rayons, dans les hautes régions, sont premièrement les vapeurs qui restent invisibles quand elles sont en petite quantité, mais qui deviennent très-apparentes quand elles occupent un grand espace. « Ainsi l'air est invisible » près de nous ; cependant répandu en tout sens dans » notre hémisphère, il paraît limité et devient sensible à » la vue ; voilà ce que nous apercevons entre le ciel et » nous quand il fait un temps serein. » Les autres substances soumises aux impressions des rayons dans l'atmosphère sont : le brouillard épais, le nuage formé de globules vésiculaires séparés les uns des autres, le nuage qui ne se résout pas encore en gouttes d'eau ou qui ne s'y résout qu'à demi, enfin la pluie.

DEUXIÈME PARTIE.

CHAP. Ier. Quelques auteurs, fondés sur l'autorité d'Aristote, prétendent qu'il n'y a que trois couleurs dans l'arc-en-ciel; et que le jaune pâle ou l'orangé est une illusion de l'œil, trompé par la distance ou par la faiblesse de la lumière. « Mais cela ne suffit pas pour » rendre imaginaire l'apparence de cette couleur dans » l'arc-en-ciel; car on sait par une expérience journa- » lière que, si on regarde des toiles d'araignées tendues » lorsqu'elles sont couvertes d'un grand nombre de gout- » telettes de rosée rapprochées les unes des autres, et si » on place l'œil d'une manière convenable par rapport » au soleil, on voit manifestement l'orangé parmi les » couleurs de l'iris, à la même place et dans le même » ordre que dans l'iris ordinaire, et cela se voit d'aussi » près qu'on veut..... La même chose paraît dans l'arc- » en-ciel qu'on observe souvent autour des roues de » moulin. Cet arc est dû aux gouttes nombreuses d'eau » qui, en tombant sur les roues, se dispersent de tous » côtés. La même apparence se manifeste dans les gouttes » éparses sur l'herbe, si on les regarde de près et dans » une situation convenable de la goutte par rapport au » soleil et à l'œil : sous un point de vue, c'est le rouge » qu'on aperçoit; avec un léger changement dans la » position de l'œil, on voit et on distingue évidemment » l'orangé; enfin, avec de nouveaux changemens dans la » place de l'œil, on découvre les autres couleurs de » l'iris dans l'ordre connu. Même apparence encore » quand on voit les objets avec les couleurs de l'iris » au travers d'un cristal hexagonal. Dans cette circon-

» stance, en appliquant l'œil tout près du cristal, on aper-
» çoit à-la-fois les quatre couleurs ordinaires. Il faudra en
» dire autant d'une chose que tout le monde connaît
» parfaitement, et qui paraît plus claire que ce qu'on
» vient de dire ; c'est que les murs et les autres corps
» opaques offrent souvent les quatre couleurs quand ils
» sont éclairés par des rayons solaires qui ont traversé le
» cristal dont on a déjà souvent parlé ; dans ce cas, l'o-
» rangé brille immédiatement à côté du rouge ; le vert
» vient ensuite, puis les autres couleurs ; on peut, du
» reste, approcher l'œil aussi près qu'on voudra. A
» l'égard de l'autorité d'Aristote, le respect qu'on lui
» doit exige qu'on expose son opinion ; chacun en-
» suite l'interprétera comme il l'entendra et comme il
» le pourra. Nous savons, d'après le même savant, qu'il
» ne faut jamais s'écarter du témoignage de nos sens
» quand il est évident (1).

Chap. II. Notre auteur combat ceux qui déduisaient les couleurs de l'arc-en-ciel de la nature du nuage, nature qui, disait-on, était ignée dans les régions supérieures, aérienne plus bas, et aqueuse plus bas encore.

Chap. III..... XXIV. Dans cet endroit, l'auteur insère, d'après les péripatéticiens, un traité sur la nature et l'origine des couleurs. Comme les quatre qualités du chaud, du froid, de l'humide et du sec, selon la doctrine des partisans d'Aristote, mêlées ensemble, produisent les quatre élémens, de même, suivant notre auteur, les quatre qualités de lumière, forte ou faible,

---

(1) Cette réponse hardie, ajoute M. Venturi, a dû scandaliser plus d'un des confrères du dominicain.

extrême ou moyenne, combinées entre elles de diverses manières, au moment où les rayons se rompent dans l'intérieur du corps réfringent, donnent naissance aux quatre couleurs. Quoi qu'il en soit de cette théorie, qui ne vaut pas la peine qu'on s'en occupe, depuis les expériences de Newton, la conclusion de F. Théodoric est : Qu'en supposant le soleil en *G*, fig. 15, et le verre hexagonal en *BE* « Nous voyons plus clair que le jour, par » une expérience sensible, que le rayon parvenu de *M* » en *NO* porte le rouge du côté de *O*, et les autres » couleurs vers *N*, dans l'ordre accoutumé ; tandis que » le rayon parti de *L* et tombant en *PQ*, porte le rouge » du côté de *P* et les autres couleurs vers *Q* ; ensorte que » ces couleurs seront arrangées en sens contraire. La chose » aurait encore lieu quand même ces rayons ne se » couperaient pas, et cela se conçoit aisément.

» Si le faisceau de rayons *EG*, fig. 11, venant du so- » leil, tombe sur un globule de pluie, les rayons colorés » sortent de l'arc *AD* dans un ordre tel, que le rouge » va en *r*, l'orangé en *s*, le vert en *t*, et le bleu en *v*.

Chap. XXV..... XXXVII. Ces chapitres sont employés à préparer peu à peu la voie à l'explication complète de l'arc-en-ciel principal. L'auteur y établit : 1° que dans l'hémisphère céleste apparent, le soleil est un des poles de l'arc-en-ciel ; 2° que si on suppose le soleil à l'horizon en *A*, fig. 12, le spectateur en *C*, le cercle vertical *ADB*, la goutte de pluie en *D*, et si on mène au centre de cette goutte les droites *AGK*, *CLK*, il y a bien certainement dans l'arc *GL* un point *O* d'où le rayon *AO* est renvoyé par réflexion à l'œil, suivant *OC* ; mais ce rayon reste blanc et ne se colore pas ; 3° que les couleurs

naissent dans un rayon qui traverse la goutte de pluie en suivant la route *ANDMC*; 4° que la nature a déterminé l'amplitude des arcs *GN*, *GM*, amplitude suivant laquelle se colore le rayon, et qu'en conséquence c'est la nature qui a déterminé la grandeur de l'angle que doivent former entr'elles les deux droites menées, l'une de *D* vers *A*, et l'autre de *D* vers *C*, pour transmettre les couleurs en *C*; 5° mais que cet angle devient plus grand ou plus petit, en portant la goutte plus haut ou plus bas dans le cercle vertical *DB*; 6° qu'en conséquence la nature a déterminé jusqu'où doit aller la grandeur de l'arc *DB*, et jusqu'où doit s'élever la goutte *D* pour renvoyer les couleurs au spectateur *C*; 7° qu'au reste, l'endroit où la réfraction produit des couleurs n'est pas dans la goutte un point mathématique; mais que cet endroit a une certaine étendue; d'où il suit, 8° que chaque couleur occupe, dans l'arc *DB*, une certaine étendue. Après tout cela vient pour conclusion le chapitre suivant.

Chap. XXXVIII. « Je vais considérer comment les » couleurs de l'arc-en-ciel inférieur parviennent à l'œil: » à cet effet, il faut se rappeler ce que nous avons dit, » et en faire l'application au but que nous avons actuel- » lement en vue. Surtout il ne faut pas oublier, comme » nous l'avons déjà annoncé, que quand une goutte de » pluie reçoit les rayons colorés et les transmet à l'œil, » toutes ces couleurs n'arrivent pas à cet organe s'il reste » dans une seule et même situation par rapport à cette » goutte; mais qu'on voit telle ou telle couleur, selon la » place de l'œil à l'égard de cette même goutte. En consé- » quence, puisque toutes ces couleurs sont perceptibles » en même temps, comme le prouve l'arc-en-ciel, cela

» vient nécessairement de ce que diverses gouttes sont
» situées différemment à l'égard de l'œil, et de ce que
» l'œil lui-même est situé aussi à l'égard des gouttes
» d'une manière différente. »

« Je désignerai donc l'horizon par la ligne *AB*, fig. 16,
» laquelle représentera en même temps le diamètre de la
» sphère, dont le centre est *C*. Soit *ADB* le cercle verti-
» cal, et par conséquent perpendiculaire à l'horizon. Que
» l'arc *DH* soit, sur ce cercle vertical, le lieu où se trouvent
» les gouttes de pluie qui donnent les couleurs de l'iris; cet
» arc n'est pas un point mathématique, comme on l'a déjà
» dit, et il doit avoir une certaine étendue. Soient *D*, *E*, *F*,
» *G*, *H*, les endroits particuliers dans chacun desquels pa-
» raissent ces couleurs. Dans une aggrégation ou dans un
» amas quelconque de gouttes de pluie, qu'il suffise d'en
» prendre une pour exemple et d'y considérer une quel-
» conque de nos couleurs; qu'on désigne donc dans
» une goutte quelconque le lieu d'incidence avec une
» certaine étendue, comme on l'a dit plus d'une fois;
» soit l'arc *IN* ce lieu; prenons pareillement *OS*, tou-
» jours avec quelque largeur, pour représenter l'en-
» droit où tombe le rayon dans l'intérieur de la goutte;
» soit le lieu de sortie du côté de la vue partagé en
» *t*, *v*, *x*, *y*, *z*. Représentons par 5—1 l'espace où le fais-
» ceau qui porte toutes les couleurs tombe en totalité sur le
» diamètre de la sphère dans l'horizon; soient 5, 4, 3, 2, 1,
» les portions où tombent les couleurs séparément;
» mettons, pour plus d'évidence, le soleil dans l'hori-
» zon : il ne faut pas oublier, d'après tout ce qu'on a
» déjà dit, que l'arc décrit sous la goutte de pluie et qui
» est compris entre le lieu d'incidence *N* et le lieu de

» sortie du côté de l'œil, c'est-à-dire, *z*, *y*, *x*, *v*, *t*, est
» tantôt plus grand, tantôt plus petit, selon que la gout-
» telette de pluie est plus ou moins élevée dans le cercle
» vertical au-dessus de l'horizon.

» Plaçons la goutte de pluie dans le cercle vertical au
» plus élevé des points d'où le rayon incident peut être
» renvoyé à l'œil, c'est-à-dire en *DE*; alors le faisceau
» lumineux tombant sur la superficie de la goutte dans
» l'arc *IN*, et pénétrant là dans le globule, subit une
» réfraction qui le rapproche de la perpendiculaire; il
» se porte à la surface intérieure et opposée du globule,
» dans l'arc *OS*, et là, réfléchi comme à la rencontre
» d'un miroir, il retourne à la première surface et il
» tombe sur l'arc *tz*; à cet endroit il sort du globule,
» après une réfraction qui l'écarte de la perpendiculaire:
» il parvient ensuite à l'œil et y représente le rouge sur les
» bords du globule; *vt* devient souvent une portion de
» ce faisceau; cette portion, qui contient le rouge, tombe
» dans l'organe de la vue, au centre du cercle, dans
» l'horizon en 2,1, sur la limite supérieure. Quant aux
» trois autres couleurs, savoir, l'orangé, le vert et le
» bleu, elles tombent sur le diamètre *AB* de la sphère,
» entre l'œil et le soleil, l'orangé ou jaune pâle en 3, 2;
» le vert en 4, 3, et le bleu en 5, 4 sur la limite su-
» périeure, sans parvenir à l'œil; il n'y a que le rouge
» qui puisse y arriver, soit qu'il vienne du globule que
» nous considérons, soit de tous les globules aqueux
» situés dans un cercle vertical, à la hauteur de l'arc *D E*.
» A l'égard du faisceau qui tombe sur les gouttes d'eau
» placées plus bas dans le cercle vertical, savoir, en
» *E*, *F*, il parvient à l'œil de manière que le rayon

» orangé, passant par la portion xv de l'arc $zyxvt$, » parvient à l'œil dans l'horizon en 3, a sur la seconde » limite en descendant, quel que soit le globule qui le » transmette à la hauteur de EF. Le rouge tombe en » avant de l'œil sur le diamètre AB, savoir, entre l'œil » et le lieu où l'arc-en-ciel paraît; les deux autres couleurs, » savoir, le vert et le bleu, tombent sur le diamètre de » la sphère, derrière l'œil, ou entre cet organe et le so- » leil, et aucune de toutes ces couleurs ne parvient à » l'œil, si ce n'est l'orangé. Quant aux gouttes situées » encore plus bas, à la troisième place ou en FG sur » le plan vertical, chacune d'elles transmet à l'œil le » vert, qui passe par la portion yx de l'arc $zyxvt$; le » rouge et l'orangé tombent en avant sur le diamètre de » la sphère, entre l'œil et le lieu où l'iris se montre; la » quatrième couleur, c'est-à-dire, le bleu, tombe en ar- » rière ou entre l'œil et le soleil. Chaque goutte enfin » comprise dans le cercle vertical, à la quatrième ou à » la dernière place en descendant, savoir, en GH, trans- » met à l'œil la quatrième couleur ou le bleu, qui tra- » verse en zy, l'arc $zyxvt$; les trois autres couleurs, » savoir, le rouge, l'orangé et le vert, tombent sur le » diamètre de la sphère, en avant de l'œil, entre cet or- » gane et l'iris, et aucune de ces couleurs ne parvient à » la vue, excepté le bleu; et c'est ainsi qu'on voit toutes » les couleurs de l'iris et l'iris en totalité, au moyen » des diverses gouttes de pluie situées plus ou moins » haut dans l'arc HD, et transmettant à l'œil en même » temps des couleurs semblables, si elles sont sembla- » blement placées.

» A l'égard des rayons renvoyés par des gouttes pla-

» cées plus haut que l'arc *HD*, aucun ne parvient à
» l'œil. Les gouttes abaissées au-dessous de cet arc trans-
» mettent tous les rayons qui viennent les frapper, mais
» non pas avec les couleurs de l'iris ; c'est une lumière qui
» tire sur le blanc ; c'est un mélange de lumière colorée.
» Comme d'après ce qu'on vient de dire, le rouge brille
» dans la partie supérieure du cercle vertical, que l'orangé
» suit immédiatement le rouge ; que le vert est à la troisième
» place, et le bleu au point le plus bas, il s'ensuit que
» la circonférence supérieure et extérieure est rouge, que
» celle qui est immédiatement inférieure est jaune pâle,
» que la suivante est verte, et qu'enfin la plus basse ou
» l'intérieure est bleue. »

Dans les chapitres suivans de la seconde partie, notre auteur prouve qu'en faisant trourner l'arc *DB*, fig. 17, autour de l'axe *AB*, on doit voir les couleurs distribuées comme ci-dessus, dans toute l'étendue du cercle décrit par le point *D* ; qu'en conséquence le centre de l'iris est toujours dans la droite menée du soleil à l'œil du spectateur, et que si le soleil est élevé sur l'horizon, l'arc-en-ciel doit être moindre qu'une demi-circonférence . . . . ., etc.

TROISIÈME PARTIE.

Chap. Ier. Dans l'iris secondaire ou supérieure, les couleurs sont dans un ordre renversé par rapport aux couleurs de l'iris inférieure. Celle-là, comme celle-ci, se forme au moyen des gouttes de pluie.

Chap. II. Dans ce cas, la route du faisceau qui donne des couleurs a aussi sur les gouttes sphériques une direction déterminée par la nature.

Chap. III. Dans l'iris supérieure, le rayon qui se colore suit la route *AOGHDKC*, fig. 13. « C'est ce qu'on » rend sensible par l'expérience : il suffit pour cela de » placer convenablement, par rapport au soleil et à » l'œil, un cristal de béril bien arrondi ou une goutte » d'eau claire et sphérique; le spectateur se met entre » le soleil et le corps réfringent, qui doit être à quelque » distance de la ligne menée du soleil à l'œil. »

Chap. IV..... V. La hauteur de l'iris supérieure dans le cercle vertical *DB*, fig. 13 est aussi déterminée par la nature.

Chap. VI.... VII. L'auteur explique, au moyen de la fig. 18, les couleurs de l'iris supérieure, transmises à l'œil placé en *S*, comme nous l'avons vu expliquer avec la fig. 15 les couleurs de l'iris inférieure. Je crois donc devoir ici omettre le texte de l'auteur, et je pense que la fig. 18, copiée, comme toutes les autres, d'après le manuscrit, suffira pour démontrer que le Frère Théodoric avait, avec une égale sagacité, pénétré le secret de l'iris supérieure.

Chap. VIII. L'auteur prouve que, pour la raison déjà alléguée en parlant de l'iris inférieure, l'iris supérieure doit être aussi un cercle.

Chap. IX.... X. Il fait voir aussi que l'iris supérieure en général est moins brillante que l'inférieure, parce que, dit-il, « d'après ce qu'on a vu, la formation de » cette iris supérieure exige plus d'incidences et plus » de réflexions, et que le faisceau lumineux suit une » marche plus longue, et fait plus de détours pour » venir du soleil à l'œil. »

Chap. XI. L'arc-en-ciel supérieur paraît plus rare-

ment : 1° parce que le nuage chargé de gouttes de pluie ne s'élève pas ordinairement assez haut; 2° parce que, si le faisceau lumineux est faible, cet arc disparaît tout-à-fait en vertu des causes citées dans les deux chapitres précédens.

(Fin de l'extrait de l'ouvrage du Frère Théodoric.)

Après cet extrait, M. Venturi ajoute : Si quelqu'un prend la peine de compulser les absurdes théories que les philosophes avaient données sur l'iris, sans en excepter celles qu'on trouve dans *Vittellon* et dans la perspective long-temps classique de Jean *Cantuariense*, il verra que le Frère Théodoric s'était ouvert une route totalement inconnue à ses devanciers. Je dirai même que si l'on compare les passages qui précèdent à l'ouvrage de *Marc-Antoine de Dominis*, on trouvera que l'auteur ancien est de beaucoup supérieur au moderne en clarté, en rigueur et en pénétration.

Je crois donc avoir assuré à l'Allemagne l'honneur de la première explication de l'arc-en-ciel sur des fondemens plus solides que ne l'avaient fait *Murhard* et *Scheibel*, en citant l'ouvrage obscur et assez confus de *Fleischer*, publié en 1751.

Un chapitre fort curieux dans lequel M. Venturi s'est occupé de la théorie des iris qu'on observe assez fréquemment dans l'intérieur de l'arc-en-ciel principal, et de celle des halos et des parélies, nous fournira le sujet d'un second article. Nous discuterons alors ce passage

qu'on lit en tête de cet extrait, et qui nous semble manquer de justesse, savoir : que le Frère Théodoric expliqua en 1300 les deux arcs-en-ciel aussi clairement qu'aurait pu le faire le meilleur physicien du 17me siècle, après avoir lu les ouvrages de Descartes. La réputation que M. Venturi s'est acquise dans la triple carrière de l'érudition, de la physique et de la géométrie donnerait trop de poids à cette assertion, pour qu'il ne soit pas nécessaire de faire ressortir tout ce que l'ouvrage du savant Français renferme de nouveau et d'ingénieux, même après la dissertation qu'on vient de lire.

FORMULE *générale pour l'analyse des eaux minérales.*

PAR JOHN MURRAY.

Traduit des *Transactions de la Société d'Edimbourg*, 1817; par M. BILLY.

L'ANALYSE des eaux minérales a toujours été regardée comme une opération difficile. Pour en découvrir les principes et en évaluer les proportions, on a employé de nombreuses méthodes qui sont la plupart sujettes à erreur. Cette diversité de méthodes est elle-même une source de discordance dans les résultats; et pour ceux qui ne sont pas familiarisés avec de semblables recherches, c'est souvent une chose difficile de déterminer quel procédé est le plus propre à découvrir une compo-

sition particulière ; de là, si la chose est possible, l'avantage d'une formule générale, applicable à l'analyse de toutes les eaux.

Deux espèces d'analyses ont été employées pour découvrir la composition des eaux minérales ; on peut appeler l'une *méthode directe*, et l'autre *méthode indirecte :* dans la première, au moyen de l'évaporation, aidée des dissolvans, ou quelquefois des précipitans, on obtient certains sels composés ; dans la seconde, en faisant usage des réactifs, on découvre les principes de ces sels, c'est-à-dire, les acides et les bases dont ils sont formés, et on en évalue en outre les quantités ; d'où l'on peut conclure et les sels particuliers et les proportions de ces sels.

Les chimistes ont toujours considéré la première de ces méthodes comme donnant les résultats les plus instructifs, les plus certains et les plus essentiels ; ils n'ont pas négligé la dernière ; mais ils l'ont employée ordinairement comme subordonnée à l'autre. Les sels obtenus par évaporation ont été généralement considérés comme les élémens réels, et en conséquence on imaginait qu'il ne manquait plus rien pour l'exactitude de l'analyse, que de les obtenir à l'état de pureté, et d'en évaluer les quantités avec précision. Au contraire, on croyait qu'en se bornant à obtenir simplement les élémens, on ne gagnait rien par rapport à la composition réelle ; car il restait encore à déterminer de quelle manière ils étaient combinés, et c'est ce qu'on supposait ne pouvoir être inféré que d'après les composés obtenus directement. Aussi, quand on employait cette méthode, dans la vue d'évaluer les quantités, on n'y avait re-

cours que pour obvier à quelques difficultés particulières qui accompagnent l'usage de l'autre, ou pour donner plus d'exactitude aux proportions, ou, tout au plus, lorsque la composition est très-simple, et consiste principalement en un seul genre de sels.

Une autre circonstance contribuait à donner la préférence à l'analyse directe, je veux dire l'incertitude qui accompagne la détermination des proportions des sels composés. Cette incertitude était si grande que, même en partant de la plus exacte détermination des quantités absolues des acides et des bases qui existent dans une eau minérale, il aurait été difficile ou presque impraticable d'assigner précisément la composition et les proportions réelles des composés; de là, par conséquent, la nécessité d'employer la méthode directe pour les obtenir. L'état actuel de la science conduit à d'autres manières de voir.

S'il était vrai que les sels retirés d'une eau minérale par l'évaporation, ou par tout autre procédé analogue, en fussent réellement les ingrédiens, il ne resterait plus de doute sur la supériorité de la méthode directe d'analyse, et même sur la nécessité absolue de l'employer; mais il ne faut pas des exemples, je crois, pour prouver que cette conclusion n'est pas nécessairement vraie. La concentration par l'évaporation doit, dans plusieurs cas, changer l'état de combinaison, et les sels obtenus sont en conséquence fréquemment des produits de l'opération, et non des élémens primitifs. Pour décider s'ils sont des produits ou s'ils n'en sont pas, et quelle est la véritable composition, ce n'est point assez qu'on les ait obtenus directement, il faut se déterminer sur d'autres fondemens. C'est pourquoi, par

rapport à cette composition, on n'est pas plus instruit après les avoir obtenus directement qu'après en avoir découvert les élémens ; car dès que ces substances élémentaires sont connues et que les quantités en sont déterminées, alors, en partant du principe, quel qu'il puisse être, d'où l'on infère le vrai mode de combinaison, on peut avec une égale facilité déterminer les quantités des composés binaires qu'ils forment.

L'exactitude avec laquelle sont déterminées maintenant les proportions des principes constituans du plus grand nombre des sels composés, nous permet d'en agir ainsi avec autant de précision qu'en obtenant les composés eux-mêmes; et s'il pouvait se glisser quelque erreur dans l'évaluation de ces proportions, la suite de ces recherches ne pourrait manquer de les faire découvrir bientôt.

Déterminer la composition d'une eau minérale, en découvrant les acides et les bases qu'elle contient, est un procédé qui admet en général plus de facilité dans l'exécution, et plus d'exactitude que celui de déterminer cette même composition, en obtenant isolément les sels composés. Il n'y a rien de plus difficile que d'effectuer la séparation complète des sels par la cristallisation, même en s'aidant, comme on le fait d'ordinaire, de l'action de l'alcool, soit comme dissolvant, soit comme précipitant, ou en employant l'action de l'eau, comme un dissolvant, à différens degrés de température ; on ne peut y parvenir dans la plupart des cas, et l'analyse doit manquer d'exactitude. L'autre méthode n'est point sujette à une pareille difficulté. Comme on découvre les principes et qu'on en détermine en général les quantités d'après les préci-

pités insolubles qu'ils forment, il est aisé de les isoler parfaitement. Rien de plus facile, par exemple, que d'évaluer la totalité de l'acide sulfurique en précipitant par la baryte, ou celle de la chaux en précipitant par l'acide oxalique. De plus, cette méthode a un avantage particulier sous le rapport de l'exactitude; c'est que, si on commet quelque erreur en évaluant un des principes, on s'en aperçoit dans la suite, à mesure qu'on établit les combinaisons binaires, puisque si tous les élémens ne sont pas entr'eux dans le rapport qui est nécessaire pour se neutraliser, l'excédant, ou ce qui manque, se manifeste, et l'erreur se découvre nécessairement. La méthode indirecte a donc un avantage incontestable sur l'autre, tant sous le rapport de l'exactitude que sous celui de la facilité dans l'exécution.

Ces vues, si elles sont justes, offrent un autre avantage, c'est celui de prévenir la discussion de questions qu'autrement il faudrait prendre en considération, et qui doivent être souvent difficiles à résoudre, si même elles sont de nature à être résolues. De ce que l'état de combinaison est sujet à être influencé par l'évaporation ou par toute autre opération analytique, au moyen de laquelle on essaie de se procurer les sels qui existent dans une eau minérale, il s'ensuit qu'on aura souvent des résultats discordans selon les méthodes employées. Les proportions au moins seront différentes, et quelquefois même on trouvera par une méthode des produits qu'on ne trouve point par une autre : c'est ce qui arrivera particulièrement dans le cas d'une eau dont la composition est compliquée. Les eaux de Cheltenham, par exemple, ont, dans des analyses différentes, donné des

résultats très-différens ; et dans la supposition que les sels obtenus sont les vrais élémens, il faut attribuer cette diversité à l'inexactitude, et, à cet égard, voilà une ample matière à discussion. De même, ça été souvent un sujet de controverse de savoir si l'eau de mer contient du sulfate de soude avec du sulfate de magnésie. Les sels qu'on se procure ne sont donc pas nécessairement des élémens réels ; mais ils sont, en partie au moins, des produits de l'opération : on peut donc les obtenir ou ne pas les obtenir du tout, ou bien les obtenir en proportions différentes, selon la méthode qu'on emploie. Ainsi, tout ce qu'on peut faire avec précision, c'est de déterminer les élémens, et ensuite d'en former des combinaisons binaires, conformément à la manière de voir qu'on a jugée la plus probable sur la composition réelle de ces eaux minérales.

Le procédé que j'ai à exposer, d'après ces vues, est essentiellement le même que celui que j'ai employé pour analyser l'eau de mer, et que j'ai décrit dans un Mémoire précédent (p. 63 de ce volume) ; et la considération des avantages qui lui appartiennent m'a conduit à le proposer, avec les modifications convenables, comme un procédé d'une application générale.

On a rangé les eaux minérales sous les quatre classes de carbonatées, de sulfureuses, de ferrugineuses et de salines ; mais toutes ces eaux sont salines, ou peuvent être ramenées à cette classe. L'acide carbonique, qui est en excès, est dégagé des eaux de la première classe par la chaleur, et on en évalue la quantité. L'hydrogène sulfuré est dégagé de la même manière ou décomposé, et le fer peut être découvert par les réactifs qui lui sont,

propres, et séparé par des méthodes convenables. Dans tous ces cas, l'eau reste imprégnée de toutes les substances salines qu'elle contient, et par conséquent, dans la suite de l'analyse elle est essentiellement la même qu'une eau purement saline; seulement il faut tenir compte des principes qui ont été dégagés, et avoir l'attention de n'en point introduire de nouveaux par les méthodes dont on fait usage.

Les sels qui sont ordinairement contenus dans les eaux minérales sont des carbonates, des sulfates et des muriates de chaux ou de magnésie et de soude. En procédant à l'analyse, il faut donc, d'abord, savoir en général quelle est la composition la plus probable : pour cela, on a recours aux réactifs ordinaires. On découvre la présence des acides sulfurique et carbonique par le nitrate de baryte, celle de l'acide muriatique par le nitrate d'argent, celle de la chaux par l'acide oxalique, celle de la magnésie par l'eau de chaux ou l'ammoniaque, et celle de tout sel neutre et alcalin par l'évaporation. Il y aura de l'avantage aussi à recueillir les produits de l'évaporation et d'en évaluer le montant, sans viser, par une attention minutieuse, à la précision, l'objet étant tout simplement d'employer ces essais préliminaires pour faciliter l'analyse la plus exacte.

Supposons que cela soit fait, et que la composition de l'eau soit de l'espèce la plus compliquée, c'est-à-dire, que, par les réactifs ou l'évaporation, on ait eu des carbonates, des sulfates et des muriates de chaux, de magnésie et de soude; voici le procédé qu'il faut suivre en général pour déterminer l'espèce et la proportion des ingrédiens ou principes constituans.

Faites réduire l'eau par évaporation autant que cela se peut, sans occasionner de précipité ou de cristallisation sensible ; de cette manière, la concentration est cause que les réactifs qu'on emploie ont une action plus certaine et plus complète. Par là on dégage aussi tout acide carbonique libre.

Ajoutez à l'eau ainsi concentrée une dissolution saturée de muriate de baryte aussi long-temps qu'il y a un précipité, ayant soin de n'en point ajouter un excès. Par un essai préliminaire, assurez-vous si ce précipité fait ou ne fait pas effervescence avec l'acide muriatique étendu, et s'il est totalement dissous. Si cela est, le précipité est nécessairement du carbonate de baryte, dont le poids, après qu'il a été séché, donne la quantité d'acide carbonique : 100 parties, contenant 22 d'acide. Si le précipité ne fait point effervescence, c'est du sulfate de baryte, dont le poids donne, de la même manière, la quantité d'acide sulfurique : 100 parties desséchées à une chaleur rouge obscure, contenant 34 d'acide. S'il fait effervescence et s'il se dissout en partie, c'est à-la-fois du carbonate et du sulfate. Pour connaître les proportions de chaque sel, faites sécher le précipité à une chaleur un peu inférieure au rouge, et pesez ; ensuite exposez-le à l'action de l'acide muriatique étendu ; lavez-le avec de l'eau, et séchez-le à une température semblable ; son poids actuel donnera la quantité de sulfate, et la perte du poids précédent celle du carbonate de baryte.

Par cette opération, les acides carbonique et sulfurique sont séparés en totalité, et tous les sels contenus dans l'eau sont convertis en muriates. Il reste donc

d'abord à découvrir et à évaluer les quantités des bases présentes, et ensuite, pour compléter l'analyse, à trouver la quantité d'acide muriatique que l'eau minérale contenait dans l'origine.

Ajoutez à la liqueur clarifiée une dissolution saturée d'oxalate d'ammoniaque aussi long-temps qu'elle paraît se troubler; la chaux se précipitera à l'état d'oxalate. Le précipité étant lavé, on peut le faire sécher; mais on ne peut pas l'exposer à une chaleur rouge sans le décomposer : on a de la peine à l'amener à un état uniforme de desséchement avec assez d'exactitude pour permettre d'évaluer la quantité de chaux d'après son poids. Il faut donc le calciner à une chaleur un peu au-dessous du rouge; ce qui le convertit en carbonate de chaux, dont 100 parties représentent 56 de chaux. Mais comme il peut se dégager une portion d'acide ou rester un peu d'eau, si la chaleur est élevée trop ou trop peu, il vaut mieux convertir ce carbonate en sulfate, en ajoutant un léger excès d'acide sulfurique; on expose ensuite ce nouveau sel à une chaleur rouge : il restera du sulfate de chaux bien desséché, dont 100 parties contiennent 41,5 de chaux (1).

---

(1) La seule source d'erreur à laquelle est sujette cette manipulation analytique est celle qui aura lieu si on emploie, dans la première opération, plus de baryte qu'il ne fallait pour précipiter les acides sulfurique et carbonique. La baryte en excès se précipitera à l'état d'oxalate de baryte, et se changera en carbonate et en sulfate, et, de cette manière, la proportion de chaux paraîtra trop grande. On peut donc

Il faut ensuite précipiter la magnésie. Il y a ici une difficulté qui tient surtout au plan de notre formule. Le principe sur lequel cette formule est fondée est d'abord de séparer tous les acides, excepté l'acide muriatique, et ensuite de séparer les bases, ou d'en évaluer les quantités. La chaux et la magnésie peuvent être séparées par précipitation; la soude ne le peut pas. Il faut donc opérer de manière à laisser la soude à la fin à l'état de muriate de soude. De là il est nécessaire ou de se débarrasser de toute nouvelle substance introduite dans les manipulations préparatoires, ou bien, s'il en reste de ce genre, d'en déterminer la quantité avec précision. En décomposant le muriate de chaux par l'oxalate d'ammoniaque, on obtient du muriate d'ammoniaque, qu'on peut ensuite dégager par la chaleur. L'objet est donc de décomposer le muriate de magnésie et de séparer la magnésie, soit par quelque méthode semblable, ou du moins par quelqu'autre qui permette d'évaluer exactement le muriate qui a été substitué à la place; et c'est en voulant satisfaire à l'une ou à l'autre de ces conditions qu'on rencontre la difficulté dont je viens de parler.

La décomposition du sel magnésien par l'ammoniaque aurait le premier avantage, puisque le muriate d'ammoniaque serait dégagé par la chaleur à la fin du procédé;

---

obvier à cet accident en prenant garde d'employer un excès de baryte. Pour rendre l'opération de l'oxalate d'ammoniaque aussi parfaite que possible en précipitant la chaux, il faudrait réduire beaucoup l'eau par évaporation, tout en ayant soin de ne séparer aucun de ses ingrédiens ou élémens.

mais cette décomposition, comme on sait, n'est que partielle. Le sous-carbonate d'ammoniaque produit un précipité de magnésie plus abondant; mais l'action n'est encore que partielle, puisqu'après qu'on en a ajouté une certaine quantité, il se forme un sel ternaire soluble. Il paraissait probable qu'on pourrait obvier à cet inconvénient en ajoutant du sous-carbonate d'ammoniaque, tant qu'il occasionnerait un précipité, faisant ensuite évaporer jusqu'à siccité la liqueur clarifiée, chassant par la chaleur le muriate d'ammoniaque et tout excès d'ammoniaque, faisant redissoudre, et ajoutant encore du sous-carbonate d'ammoniaque pour décomposer le sel magnésien restant. En procédant de cette manière, j'ai trouvé qu'il y avait un précipité copieux à la seconde addition, et même qu'à la quatrième il y en avait un faible; mais la décomposition, après tout, n'était point parfaite; car la quantité de magnésie obtenue n'était point égale à ce qu'on s'en procurait par d'autres méthodes.

Le sous-carbonate de soude ou de potasse a été ordinairement employé pour précipiter la magnésie de ses combinaisons salines. Cependant elle n'est précipitée qu'en partie, à moins qu'on n'emploie le précipitant en excès, et même alors elle ne l'est peut-être pas en totalité; d'ailleurs, comme on ne peut apprécier aisément cet excès, il s'ensuit qu'en évaluant, à la fin de l'opération, la quantité de muriate de soude, il s'introduit une source d'erreur contre laquelle il n'est pas aisé d'être en garde.

Le Dr Wollaston propose une méthode beaucoup plus parfaite; il conseille de précipiter la magnésie de sa dissolution en ajoutant d'abord du carbonate d'ammo-

niaque, et ensuite du phosphate de soude, de manière à former du phosphate insoluble d'ammoniaque et de magnésie : la magnésie paraît être précipitée en totalité ; et ce moyen de déterminer la quantité de cette base semble à l'abri de toute objection. Cependant il n'est pas tout-à-fait d'accord avec le but de la formule présente. La soude du phosphate de soude sert à neutraliser l'acide muriatique du muriate de magnésie ; il se forme donc une quantité de muriate de soude qui reste avec le muriate de soude de l'eau, et dont il faut déterminer le montant avec exactitude. C'est ce qui peut se faire en partant de la quantité de phosphate de magnésie obtenue, laquelle donne la portion équivalente du muriate de soude, soit par le moyen des équivalens des acides, ou moyennant ceux des bases ; mais encore cela rend la méthode un peu compliquée, et on peut se tromper si on ajoute un excès de phosphate de soude ; ce qu'on peut éviter difficilement, afin de précipiter la magnésie en totalité, cet excès restant avec le muriate de soude, et ne permettant pas d'en estimer la quantité avec exactitude. Indépendamment de ces circonstances, il serait préférable de mettre de l'uniformité dans l'opération en employant une méthode qui, à la fin de l'analyse, permît de se débarrasser du produit dans le cas actuel, comme dans les manipulations préparatoires, pour ne laisser que le muriate de soude.

Il semblait probable qu'on pourrait y parvenir en employant l'acide phosphorique avec le carbonate d'ammoniaque, pour former le triple carbonate d'ammoniaque et de magnésie : on ferait usage d'un excès d'ammoniaque qui suffirait à-la-fois pour donner lieu à ce com-

posé, et pour neutraliser l'acide muriatique du muriate de magnésie; on aurait alors en place du muriate d'ammoniaque, le même qu'on a eu précédemment en précipitant la chaux : ce muriate, à la fin, serait chassé par la chaleur et laisserait le muriate de soude seul. En conséquence je trouvai qu'en suivant ce dernier procédé, la liqueur, qui devenait claire après le précipité, n'était plus troublée, soit qu'on y ajoutât du phosphate de soude avec l'ammoniaque, ou du sous-carbonate de soude; ce qui prouve que la séparation de la magnésie avait été complète. Pour en établir l'exactitude avec plus de certitude, on fit aussi les expériences suivantes :

On fit dissoudre dans 600 parties d'eau, à la température de 38° c. 20 parties de muriate de soude (sel gemme pur), qu'on avait eu soin d'exposer à une chaleur rouge. On fit aussi dissoudre dans la même eau et en même temps 10 parties de muriate de magnésie cristallisé; on eut recours ensuite au phosphate de soude et au carbonate d'ammoniaque pour précipiter la magnésie suivant le mode proposé par le Dr Wollaston; ainsi on ajouta d'abord une dissolution de carbonate d'ammoniaque, et ensuite une dissolution de phosphate de soude; on continua de la sorte tout le temps qu'il se précipita quelque chose, avec l'attention de conserver dans la liqueur un excès d'ammoniaque. Le précipité, lavé et séché, donna, après une heure d'exposition à une chaleur rouge, 5,4 de phosphate de magnésie; ce qui équivaut à 2,15 de magnésie. La liqueur étant clarifiée, on la fit évaporer; on obtint alors du muriate de soude, qui, après avoir

été exposé à une chaleur rouge, pesait 25,7. Le phosphate de magnésie étant composé de 39,7 de magnésie avec 60,3 d'acide phosphorique, il s'ensuit que 5,4 de ce sel équivalent à 6,4 de muriate de soude, et si on retranche cette quantité de 25,7, il restera 19,3 de muriate de soude, pour représenter ce qui a été primitivement dissous de ce sel.

On prépara une dissolution qui était parfaitement la même, et on y ajouta une dissolution de carbonate d'ammoniaque comme auparavant; on y versa ensuite une forte dissolution d'acide phosphorique tout le temps qu'il s'y produisit un précipité, avec la précaution d'avoir toujours un excès de carbonate d'ammoniaque dans la liqueur. Le précipité, étant lavé et séché, donna, après avoir été exposé à une chaleur rouge, 5,5 de phosphate de magnésie, équivalant à 2,19 de magnésie. La liqueur fut soumise à l'évaporation. La matière solide ayant été exposée à une chaleur élevée par degrés jusqu'au rouge, pesait, après le refroidissement, exactement 20 parties.

Dans ces deux expériences, on obtient le muriate de soude exactement, ou du moins d'une manière aussi approchée qu'on peut s'y attendre. Elles s'accordent encore aussi bien qu'on peut le desirer, en répétant la même expérience, dans la quantité de magnésie qu'elles indiquent. Pour savoir jusqu'où allait cet accord, 10 parties de muriate de magnésie cristallisé furent converties en sulfate, en y ajoutant de l'acide sulfurique, et je soumis ce sulfate à une chaleur rouge peu intense; le produit pesait 6,4; ce qui équivaut à 2,13 de magnésie. Ce résultat peut être regardé comme une parfaite

coïncidence, et comme assurant l'exactitude des autres résultats (1).

Il paraît donc que l'acide phosphorique avec un excès d'ammoniaque peut être employé pour précipiter la magnésie de ses combinaisons salines, et, dans un procédé tel que le présent, il a l'avantage que le muriate d'ammoniaque formé peut être ensuite volatilisé par la chaleur, et qu'on peut aussi apprécier la quantité de tout ingrédient ou principe élémentaire restant. Le phosphate neutre d'ammoniaque aurait aussi cet avantage; mais il ne réussit point, parce que le phosphate de magnésie n'est pas suffisamment insoluble. En ajoutant une dissolution de phosphate d'ammoniaque à une dissolution de sulfate de magnésie, le mélange devint trouble dans une minute ou deux, et en peu de temps il se déposa au fond et sur les parois un précipité en grains cristallisés; mais ce précipité n'était point considérable, et il ne prit point d'accroissement. Cependant le phosphate d'ammoniaque, avec un excès d'ammoniaque ou avec une addition préalable de carbonate d'ammoniaque, peut être employé avec le même succès que l'acide phosphorique. En appliquant l'acide phosphorique sous une de ces formes

(1) D'après le résultat de cette dernière expérience, 100 parties de muriate de magnésie cristallisé donneraient 64 de sulfate réel de magnésie, contenant 21,3 de magnésie et 42,7 d'acide sulfurique. Cette quantité d'acide sulfurique équivaut à 29,4 d'acide muriatique. De là, 100 de ce sel cristallisé (état sous lequel sa composition, je crois, n'a point été déterminée) consistent en 21,3 de magnésie, 29,4 d'acide muriatique et 49,3 d'eau.

pour atteindre ce but, il faut faire en sorte qu'il soit entièrement privé de tout mélange de chaux.

Il y a un autre avantage que possède cette méthode, c'est que si on ajoute même un léger excès d'acide phosphorique, l'erreur qui peut en résulter doit être peu de chose; car l'effet en sera seulement de décomposer une petite portion du muriate primitif de soude; et comme il y a très-peu de différence entre les proportions suivant lesquelles les acides phosphorique et muriatique se combinent avec la soude, on pourra négliger, comme de nulle importance, toute différence de poids provenant de cette substitution, dans tous les cas où cela peut arriver (1).

(1) Dans la vue de comparer les diverses méthodes et d'en apprécier l'exactitude, j'ai soumis à l'analyse, par le sous-carbonate d'ammoniaque, une dissolution semblable de muriate de magnésie et de muriate de soude. On éleva jusqu'à 38° c. la température de cette dissolution saline; après quoi on y ajouta avec excès une autre dissolution préparée en faisant dissoudre du carbonate d'ammoniaque dans de l'eau d'ammoniaque pure. Il y eut un précipité très-copieux; on recueillit le précipité sur un filtre; on fit évaporer la liqueur jusqu'à siccité, et la matière saline fut exposée à la chaleur tant qu'il s'en exhala des vapeurs. On fit redissoudre cette matière saline, à l'exception d'une petite quantité qui resta insoluble; on ajouta de nouveau du sous-carbonate d'ammoniaque à la liqueur clarifiée; le précipité qui eut lieu fut moins abondant que le premier. Cela fut répété une troisième et même une quatrième fois; après quoi la liqueur ne se troubla plus. Le muriate de soude qu'on

Ainsi, pour appliquer cette méthode à notre formule, décantez la liqueur après la précipitation de l'oxalate de chaux; chauffez-la jusqu'à 38 ou 40 degrés, et, s'il est nécessaire, faites-la réduire par évaporation; alors ajoutez-y une solution d'ammoniaque, et versez-y immédiatement une forte solution d'acide phosphorique ou de phosphate d'ammoniaque; continuez cette addition avec de nouvelles portions de carbonate d'ammoniaque, s'il est nécessaire, de manière à conserver un excès d'ammoniaque dans la liqueur aussi long-temps qu'il y a quelque chose de précipité. Lavez le précipité: séché à une chaleur qui n'excède pas 40 degrés, c'est du phosphate d'ammoniaque et de magnésie, contenant 19 pour 100 de cette terre; mais il vaut mieux, pour plus d'exactitude, le convertir en phosphate de magnésie en le calcinant, pendant une heure, à une chaleur rouge:

---

obtint par évaporation pesait 20,5 parties, après avoir été exposé à une chaleur rouge. Tout le précipité lavé étant chauffé avec l'acide sulfurique, donna 4,8 de sulfate sec de magnésie, quantité inférieure à celle qu'on a obtenue par les autres méthodes, et cela est dû sans doute à ce que le carbonate d'ammoniaque agit moins bien comme précipitant. En faisant l'analyse de l'eau de mer par le sous-carbonate d'ammoniaque, on trouva un déficit semblable dans la proportion de la magnésie; au contraire, en analysant cette même eau par le phosphate de soude et le carbonate d'ammoniaque, on eut une plus grande quantité de muriate de soude que par les autres méthodes, probablement à cause de la difficulté d'éviter un excès de phosphate de soude en précipitant la magnésie.

100 parties de ce sel en contiennent 40 de magnésie.

Faites évaporer jusqu'à siccité la liqueur qui reste après les opérations précédentes, et la masse étant sèche, chauffez-la aussi long-temps qu'il s'en exhale des vapeurs; chauffez-la même jusqu'au rouge vers la fin. La matière restante est du muriate de soude, dont 100 parties renferment 53,3 de soude et 46,7 d'acide muriatique. Il ne faut pas cependant regarder cette quantité de sel comme étant toute contenue dans l'eau; car, outre la soude combinée avec l'acide muriatique, il pouvait y en avoir une portion unie, par exemple, avec de l'acide sulfurique ou de l'acide carbonique; et, d'après la nature de l'analyse, cette soude, séparée aisément de ces acides par le muriate de baryte, se serait combinée avec l'acide de ce dernier sel. Le muriate de soude obtenu ne donne donc pas la quantité primitive d'acide muriatique; mais il fait connaître la quantité de soude, puisqu'on n'a ni ôté ni introduit un atome de cette base.

Quant à l'acide muriatique, il peut y en avoir eu plus ou moins qu'il n'en existe dans le muriate de soude obtenu. Si la quantité de soude qui existait dans l'eau excédait ce que pourrait neutraliser la proportion d'acide muriatique, cet excès de soude serait combiné avec l'acide sulfurique ou l'acide carbonique; dès-lors ces acides, expulsés par le muriate de baryte, seraient remplacés par l'acide muriatique, qui formerait du muriate de soude; et on porterait trop haut la proportion de ce dernier si, en le considérant comme un ingrédient ou élément primitif, on l'évaluait d'après la quantité totale qu'on en obtient. Au contraire, s'il y avait dans l'eau plus d'acide

muriatique que la soude présente n'en peut neutraliser, cet excès étant combiné avec les autres bases, soit la chaux, soit la magnésie, se porterait sur l'ammoniaque, comme dans le procédé par lequel ces terres sont précipitées, et, après cela, se dégagerait à l'état de muriate d'ammoniaque. Il est évident que, dans ce cas, on trouverait trop d'acide muriatique si on en évaluait la quantité primitive d'après le poids du muriate de soude obtenu. Pour en trouver la vraie quantité, il faut donc recourir à un autre procédé.

On combine, conformément aux proportions connues de leurs composés binaires, les quantités de bases et d'acides qu'on a pu se procurer. A l'égard de la quantité d'acide muriatique, on s'en tient à ce qu'en donne le muriate de soude obtenu. S'il y a eu de l'acide muriatique d'expulsé, les bases seront en excès, et la quantité d'acide nécessaire pour produire la neutralisation sera la quantité perdue; au contraire, s'il y a eu de l'acide muriatique d'introduit, et s'il en reste au-delà de ce qui en était contenu primitivement dans l'eau, cette quantité excédera ce qui est nécessaire pour produire la neutralisation. La règle est donc simplement de former, avec les élémens obtenus par l'analyse, des combinaisons binaires, conformément aux lois suivant lesquelles ces élémens s'unissent ensemble; alors on connaîtra ce qui manque d'acide muriatique ou ce qu'il y a de trop. Le surplus étant soustrait de la quantité d'acide muriatique contenu dans le muriate de soude obtenu, ou le déficit étant ajouté à cette quantité, on aura la vraie proportion d'acide muriatique (1).

(1) L'analyse de l'eau de mer, dans le Mémoire cité, fournira un éclaircissement à ceci.

Il y a pourtant un défaut dans cette méthode. Si l'on a commis quelque erreur dès les premiers pas de l'analyse, soit dans l'estimation des bases, soit dans celle des acides, cette erreur sera cachée par l'espèce de compensation qui a lieu, en adaptant ainsi la proportion d'acide muriatique aux résultats tels qu'ils sont obtenus : on se trompera également dans l'estimation qu'on fera de la quantité d'acide muriatique lui-même. C'est pourquoi, quand on craindra de s'être trompé, ou bien, indépendamment de ceci, pour s'assurer d'une exactitude parfaite, il sera convenable d'estimer directement la quantité d'acide muriatique dans une portion donnée de l'eau. Pour cela, on se débarrassera de tout acide sulfurique et de tout acide carbonique par le nitrate de baryte, et on précipitera ensuite l'acide muriatique par le nitrate d'argent ou le nitrate de plomb. On déterminera, de cette manière, avec une précision parfaite, la quantité véritable de cet acide, et le résultat servira pour vérifier les autres parties de l'analyse, parce qu'il fera découvrir toute erreur commise dans l'estimation des autres ingrédiens; car ceux-ci doivent avoir avec l'acide muriatique ainsi déterminé les proportions qui correspondent à l'état de neutralisation.

C'est de cette manière qu'on découvre les différens acides et les différentes bases, et qu'on en détermine les quantités. Pour compléter l'analyse, il reste à statuer dans quel état de combinaison ils existent. On admettra probablement qu'il faut le faire, en partant d'un principe différent de celui d'après lequel on a jusqu'à présent déterminé la composition des eaux minérales. Les composés qui peuvent être obtenus par l'analyse directe ne

peuvent être considérés comme étant nécessairement les ingrédiens ou élémens véritables, et en les présentant comme tels, on donnerait souvent une idée fausse de la véritable composition. Il y a deux points de vue desquels on peut inférer l'état de combinaison dans une dissolution saline, et conformément auxquels on peut en conséquence assigner la composition d'une eau minérale. Il est permis de supposer que les acides et les bases forment des combinaisons simultanées ; ou bien, si ce sont des combinaisons binaires, ce qu'on peut conclure de plus probable à cette occasion, comme j'ai déjà essayé de le montrer (dans l'analyse de l'eau de mer), c'est que les combinaisons sont celles qui forment les composés les plus solubles. Si, par suite de l'évaporation, on a des composés moins solubles, cela vient de l'influence de la force de cohésion. Dans l'un et l'autre cas, on voit qu'il faut d'abord placer parmi les résultats de l'analyse les quantités d'acides et de bases qu'on a obtenues. Dans la première supposition, je veux dire celle de leur existence en combinaison simultanée, c'est tout ce qu'on a à faire. Dans l'autre supposition, on a tout ce qu'il faut pour en inférer les proportions des composés binaires. On peut aussi ajouter la composition conforme aux produits de l'évaporation. Les résultats de l'analyse d'une eau minérale peuvent donc être présentés de trois manières : 1° les quantités des acides et des bases ; 2° les quantités des composés binaires, comme déduites du principe que les composés les plus solubles sont les ingrédiens ou les élémens ; ce qui aura en même temps l'avantage d'offrir la composition la plus active qui puisse être assignée, et en conséquence de mieux rendre

compte des vertus médicinales que possèdent les eaux ; 3° enfin, les quantités des composés binaires, tels qu'ils sont donnés par évaporation, ou par toute autre opération de l'analyse directe. Les résultats seront, de cette manière, présentés sous chaque point de vue.

Il est évident que le procédé que j'ai décrit, pour être adapté à la composition la plus compliquée qu'on puisse rencontrer, doit être modifié, selon les élémens qu'elle contient. S'il n'y a point de chaux, par exemple, on n'emploie pas, dans ce cas, d'oxalate d'ammoniaque : il faut en dire autant des autres élémens. J'ai aussi supposé qu'il fallait prendre les précautions qui sont d'usage et qui se présentent d'elles-mêmes, comme de ne point ajouter un excès de précipitans, d'amener les produits à un état uniforme de siccité, etc. Je me suis borné à faire mention des sources d'erreur qui sont moins communes ou qui sont particulières au procédé lui-même.

A l'égard des autres ingrédiens qui ne sont pas salins, ou qui se présentent plus rarement en général ; quand les réactifs ou les résultats donnés par l'analyse en ont indiqué la présence, il sera préférable de ne pas chercher à les découvrir par le procédé général que j'ai décrit ci-dessus ; mais d'opérer sur des portions séparées d'eau, et de tenir compte de leurs quantités en évaluant les autres élémens. La quantité de fer, par exemple, contenue dans une portion donnée d'eau, peut se trouver par la méthode la plus appropriée. On découvrira la silice par la consistance gélatineuse qu'elle donne à la suite de l'évaporation, et parce qu'elle forme un résidu insoluble dans les acides, mais soluble dans une dissolution de potasse. On peut découvrir l'alumine dans les essais

qu'on fait préalablement avec les réactifs; car l'eau donne avec le carbonate d'ammoniaque un précipité qui n'est pas soluble, ou ne l'est qu'en partie dans le vinaigre distillé étendu, mais qui se dissout en le faisant bouillir dans une dissolution de potasse : l'alumine se découvre encore par le succinate de soude, qui la précipite de l'eau suffisamment évaporée; ou enfin, si on suit le procédé tout au long, l'alumine restera en dissolution, après la précipitation de la chaux par l'acide oxalique, et on pourra la découvrir parce que la liqueur se troublera, en y ajoutant du carbonate d'ammoniaque, avant d'y ajouter de l'acide phosphorique pour découvrir la magnésie. On peut en évaluer la quantité d'après le précipité qu'elle donne par le carbonate d'ammoniaque, ou par d'autres méthodes employées ordinairement. La silice se précipitera aussi quand le procédé sera parvenu au même point : on peut la séparer de l'alumine en soumettant les précipités, bien desséchés, à l'action de l'acide sulfurique affaibli. La potasse, s'il y en a, ce qui arrive très-rarement, restera jusqu'à la fin à l'état de muriate de potasse. Le muriate de platine en indiquera la présence, et le muriate de potasse pourra être séparé du muriate de soude par la cristallisation.

L'analyse peut, en partie, être conduite d'une autre manière qui, quoique, peut-être, un peu moins exacte que celle qui vient d'être exposée, est simple et d'une exécution aisée, et peut en conséquence être employée, dans l'occasion, comme une *variante* du procédé; en voici le précis en peu de mots :

L'eau étant évaporée en partie, les acides sulfurique et carbonique ayant été expulsés par l'addition du muriate de baryte, et la conversion de tous les sels en muriates étant effectuée de la manière qui a déjà été décrite, on peut faire évaporer la liqueur jusqu'à siccité, en évitant un excès de chaleur qui décomposerait le muriate de magnésie s'il y en avait. La masse étant sèche, ajoutez-y six fois son poids d'alcool rectifié, dont la pesanteur spécifique soit au moins de 0,835, et agitez le mélange de temps en temps pendant vingt-quatre heures, sans appliquer la chaleur. De cette manière, les muriates de chaux et de magnésie seront dissous, tandis que le muriate de soude restera insoluble. Pour se débarrasser des premiers plus complètement, décantez la liqueur, ajoutez au résidu environ deux fois son poids du même alcool, et laissez ensemble ces substances quelques heures, ayant soin d'agiter le mélange fréquemment. Cette liqueur étant aussi décantée, lavez la matière insoluble avec un peu d'alcool, qu'il faut ajouter aux premières liqueurs.

Quoique le muriate de soude soit par lui-même insoluble ou presque insoluble dans l'alcool de ce degré, cependant quand il est soumis à son action en même temps avec le muriate de chaux ou celui de magnésie, il s'en dissout un peu. C'est pourquoi, pour se mettre en garde contre cette erreur, faites évaporer ou distillez la dissolution alcoolique jusqu'à siccité, et soumettez de nouveau la masse bien desséchée à l'action de l'alcool, mais en plus petite quantité qu'auparavant : tout le muriate de soude qui a été dissous restera alors insoluble et pourra être réuni à l'autre portion, ou du moins, s'il y

en a de dissous, ce doit être extrêmement peu. Une légère trace de muriate de chaux ou de muriate de magnésie peut adhérer au muriate de soude; mais la quantité en est à peine appréciable si on a employé assez d'alcool; les faibles erreurs dues à ces deux causes se compensent mutuellement, et servent d'autant à donner un résultat plus approchant de la vérité.

Chassez l'alcool de la dissolution par évaporation ou par distillation; versez de l'acide sulfurique sur la matière solide, de manière à chasser tout l'acide muriatique, et soumettez le résidu à une chaleur voisine du rouge pour ôter tout excès d'acide sulfurique. En lavant avec un peu d'eau, le sulfate de magnésie se dissoudra, et le sulfate de chaux restera insoluble. On les exposera à une chaleur rouge faible, et les quantités qu'on aura de chaque sel donneront les proportions de chaux et de magnésie. La quantité de soude sera déterminée par le poids du muriate de soude chauffé jusqu'au rouge, et on évaluera les quantités des acides de la même manière que suivant la formule générale.

Cette méthode est également propre à découvrir les autres ingrédiens qui se présentent plus rarement dans les eaux minérales. Ainsi, l'alumine restera à l'état de sulfate d'alumine avec le sulfate de magnésie, et on peut la découvrir en la précipitant par le sous-carbonate d'ammoniaque. La silice restera avec le muriate de soude après l'action de l'alcool, et on l'obtiendra en faisant dissoudre ce sel dans l'eau. On découvrira le fer par la couleur qu'il donnera aux liqueurs concentrées ou aux résidus secs, à quelque époque de l'opération.

Le procédé général que j'ai décrit peut être appliqué à l'analyse des minéraux. Lorsqu'ils sont de nature à être dissous en totalité ou à-peu-près par un acide, c'est-à-dire, lorsqu'ils consistent principalement en chaux, en magnésie et en alumine, on voit évidemment qu'on peut en faire usage. Si ces minéraux exigent préalablement l'action d'un alcali, parce que la silice y est prédominante, alors, après en avoir séparé cette terre, on neutralise l'excès d'alcali par l'acide muriatique, et l'on peut achever l'analyse en faisant les modifications que commandera la composition particulière dont il s'agit. Comme on peut évaluer les ingrédiens ou les élémens avec autant de précision, ce procédé peut être employé avec un avantage tout particulier quand on ne peut soumettre à l'analyse qu'une petite quantité du minéral, et, dans ce cas, il suffit de faire l'expérience avec un demi-gramme.

MÉMOIRE

Sur le Refroidissement de quelques métaux, pour déterminer leur chaleur spécifique et leur conductibilité extérieure.

PAR M. CES. DESPRETZ.

Présenté à l'Académie des Sciences le 3 novembre 1817.

JE me suis proposé, dans ce Mémoire, de déterminer par l'observation les temps qu'emploient différens métaux (pris sous le même volume) pour se refroidir

d'un même nombre de degrés, lorsqu'on les plonge dans l'air atmosphérique.

Comme on sait, d'après les expériences de M. Leslie, que les surfaces métalliques auxquelles on croit avoir donné le même poli diffèrent par leur propriété rayonnante, j'ai couvert mes boules de plusieurs couches de vernis, de manière à rendre ainsi la surface de chaque boule rigoureusement la même, ainsi qu'on le verra.

J'ai calculé les chaleurs spécifiques d'après les temps du refroidissement des métaux vernis, et la conductibilité extérieure d'après les mêmes temps observés pour les métaux polis.

Mes expériences m'ont donné l'occasion de vérifier plusieurs faits découverts par le comte de Rumford et M. Leslie.

Chaque boule dont j'ai fait usage était percée, à son centre, d'une cavité cylindrique destinée à contenir le réservoir du thermomètre. J'achevais de remplir la cavité avec la limaille du métal de la boule en expérience. Après en avoir porté, par un courant d'air chaud, la température à 15 ou 20 degrés au-delà du point d'où je voulais partir pour compter, je la suspendais par des fils de soie au milieu d'une grande chambre. Il se passait ainsi 7 à 15 minutes avant que je commençasse l'observation, de sorte que la chaleur se mettait en équilibre dans toute la boule. J'avais suspendu, dans la chambre d'observation, à un mètre de distance de la boule, un thermomètre qui devait indiquer la température de l'air environnant. La masse de ce thermomètre était très-petite. Le diamètre extérieur du cylindre (réservoir) était de 5 millimètres. Chaque division valait un tiers de degré centigrade,

et comme je pouvais en apprécier des dixièmes, il s'ensuit que j'étais à même de connaître la température de l'air à un trentième de degré. Le thermomètre qui plongeait dans les boules était aussi très-sensible; j'en appréciais facilement des seizièmes de degré.

Je viens de dire que je remplissais la cavité de chaque boule avec la limaille du métal même qui la compose. J'ai voulu voir si un liquide, rendant la communication plus complète entre la boule et le thermomètre, apporterait quelque changement dans la durée du refroidissement. J'ai fait pour cela les deux expériences suivantes:

1re Expérience.

Une boule de laiton de $0^m,067$ de diamètre, couverte de vernis, s'est refroidie de 10 degrés en $4'.45'',5$, le trou étant rempli de limaille de laiton.

2me Expérience.

La même boule s'est refroidie de 10 degrés en $4'.45'',3$, le trou étant rempli d'huile de colza.

Dans les deux expériences, l'excès de la température de la boule sur celle de l'air a été de $86°,29$.

On voit, d'après ces deux expériences, que la différence entre les durées du refroidissement a été nulle ($0'',2$), et qu'il est à-peu-près indifférent de remplir la cavité de la boule avec telle ou telle matière.

J'ai fait avec le mercure quelques expériences du même genre qui ont donné, comme les précédentes, une différence peu sensible entre les temps du refroidissement. Le mercure serait sans doute le plus convenable pour cet objet s'il n'avait l'inconvénient de s'allier, même à

froid, avec la plupart des métaux, comme je l'ai observé toutes les fois que j'ai voulu en faire usage.

Dans le cours de mes expériences, la température de l'air a varié de 3 à 4 degrés. J'ai toujours fait varier le point initial de manière que l'excès de la température de la boule sur celle du milieu a été constant dans toutes les expériences. On pourrait admettre qu'entre des limites aussi étroites les résultats de l'expérience, obtenus en maintenant cet excès constant, sont les mêmes que ceux qu'on obtiendrait dans un air dont la température serait variable. J'ai voulu cependant m'en assurer par l'observation. A cet effet, j'ai couvert une boule de zinc impur, du diamètre de 0m,067, d'une forte couche de vernis, afin de rendre la surface inaltérable. Il est clair qu'une boule polie et nue n'aurait pas été convenable pour cet objet.

1re Expérience. — *Température de l'air* = 20,59.

La température de la boule abaissée de 100°,21 à 90°,21 en 4'.1",7.

2me Expérience. — *Tempér. de l'air* = 19°,54.

La température de la boule abaissée de 99°,16 à 89,16 en 4'.2".

3me Expérience. — *Tempér. de l'air* = 18°,19.

La température de la boule abaissée de 98°,62 à 88°,62 en 4'.2",7.

4me Expérience. — *Tempér. de l'air* = 16°,23.

La température de la boule abaissée de 95°,85 à 85°,85 en 4'.2".

Dans toutes les expériences, l'excès de la température de la boule sur celle de l'air a été de 79°,62. La durée du refroidissement de la boule est à-peu-près la même, quoique la température de l'air de la première expérience surpasse de plus de 4 degrés la température de la quatrième.

Le comte de Rumford (*Mémoire sur la Chaleur, etc.*, p. 10) a trouvé, avec des appareils différens, que la même perte de chaleur se fait toujours dans le même temps si la différence initiale entre la température de l'appareil et celle de l'air de la chambre est constante.

On conçoit facilement que le temps du refroidissement pourrait changer si la variation de la température de l'air était très-considérable.

Il est difficile d'avoir un certain nombre de boules qui soient exactement du même diamètre : c'est pour pouvoir réduire tous les résultats au même diamètre que j'ai fait les expériences suivantes, dans le dessein de connaître la loi selon laquelle des boules de même matière, mais de diamètres différens, perdent le même nombre de degrés de chaleur. J'ai fait fondre deux boules en zinc; le diamètre de la première était de $0^m,0666$; celui de la seconde était de $0^m,0932$; les poids de ces boules étaient proportionnels aux cubes de leurs rayons. Pour éviter l'erreur que pourrait produire la différence du poli, j'ai donné la même surface aux deux boules en les couvrant successivement de couches de vernis jusqu'à ce qu'une nouvelle couche ne produisît aucun effet sensible sur la durée du refroidissement. C'est ce point que j'appelle *minimum du temps*, parce que l'addition de nou-

velles couches retarderait le refroidissement ; ce dont je me suis assuré par l'expérience.

Afin d'abréger, je ne donnerai que les résultats des expériences, comme il suit :

La boule dont le diamètre est égal à $0^m,0666$ a perdu 10 degrés de chaleur,

Couverte d'une 1re couche en 4'.22",5 ;
——— d'une 2me couche en 4'.21" ;
——— d'une 3me couche en 4'.21",5.

La boule dont le diamètre est égal à $0^m,0932$ a perdu 10 degrés de chaleur,

Couverte d'une 1re couche en 6'.34" ;
——— d'une 2me couche en 6'.32" ;
——— d'une 3me couche en 6'.28",8 ;
——— d'une 4me couche en 8'.28",6.

La seconde couche de vernis a porté la petite boule au *minimum* de temps du refroidissement. La grosse boule n'a été portée au même point que par la quatrième couche. Dans ces expériences, l'excès de la température des boules sur celle de l'air a été de 86°,28.

La surface des deux boules est évidemment la même aux deux points du *minimum*. La plus petite a perdu 10 degrés de chaleur en 4'.21", et la seconde, le même nombre de degrés en 6'.28",6. Le rapport des temps du refroidissement est égal à 1,480 ; celui des diamètres est 1,399 : la différence est 0,081.

Comme la plus grande différence entre les diamètres de mes boules n'excédait pas un millimètre, je suppo-

serai, pour faire la réduction dont j'ai parlé, que les temps sont en raison des diamètres.

L'analyse démontre que le rapport des temps est égal au rapport des carrés des diamètres si les sphères sont très-grandes, et égal au rapport simple des diamètres si les sphères sont très-petites. (*Ann. de Chimie et de Physique*, t. III, extrait de l'ouvrage de M. Fourier.) Les expériences précédentes ont donné un résultat intermédiaire, parce qu'en effet les dimensions des boules étaient comprises entre les limites indiquées par l'analyse.

J'aurais desiré examiner le refroidissement des sphères métalliques de grande dimension. Malheureusement on se procure avec difficulté de pareilles sphères bien homogènes. C'est pourquoi j'ai répété les mêmes expériences avec de grands matras en verre. J'ai trouvé que les temps du refroidissement sont à-peu-près proportionnels aux diamètres; je les rapporterai dans une autre occasion, parce que je me propose de les répéter.

Avant d'exposer mes expériences sur chaque métal en particulier, je rapporterai en peu de mots celles qui ont été faites sur ce sujet, et je montrerai qu'on ne peut compter sur leurs résultats.

Buffon (tome V, édit. Sonnini) a examiné le refroidissement d'un grand nombre de substances. Il chauffait toutes ses boules dans le même four jusqu'à ce que celle d'étain commençât à fondre. Il les plaçait ensuite dans des cases en bois, et il notait le temps nécessaire à chaque boule pour se refroidir de manière à pouvoir être supportée une demi-seconde dans la main. Il déterminait aussi le temps qu'emploient les mêmes métaux pour parvenir à la température des corps environnans en les

touchant comparativement avec d'autres boules qui n'avaient pas été chauffées. Ce célèbre naturaliste pouvait, par un procédé aussi inexact, saisir de grandes différences, comme celle du plomb au fer; mais il n'en pouvait apprécier de petites : aussi le résultat de ses expériences est-il que l'étain se refroidit plus vite que le plomb, tandis que le contraire a lieu d'après les miennes.

Richmann (*Nova Comment. Petrop.*, tom. I, p. 241) a fait des expériences sur quelques métaux; il n'a pas cherché à leur donner la même surface parce qu'on ne connaissait pas alors la grande influence du poli sur le rayonnement de la chaleur. Il s'est contenté d'opérer avec des boules polies; mais, outre que les surfaces les mieux polies diffèrent par leur propriété rayonnante, il faut aussi remarquer que l'air altère inégalement les différens métaux; de sorte qu'après quelques expériences la différence entre le pouvoir rayonnant des surfaces est tellement grande que les résultats de l'expérience en sont altérés d'une manière sensible. Ainsi Richmann a trouvé que le fer perd un certain nombre de degrés de chaleur dans un temps plus court que celui nécessaire au cuivre et au laiton pour faire la même perte. Mes expériences m'ont donné un résultat contraire. On peut attribuer cette différence à la rouille dont se couvre facilement le fer, comme le prouvent les deux expériences suivantes :

1re Expérience.

Une boule de fer (poli), de 0m,067 de diamètre, s'est refroidie de 10 degrés en 9′,54″.

2me Expérience.

La même boule, rouillée par l'exposition à l'air humide, s'est refroidie de 10 degrés en 6′.

On voit, par ces deux expériences, comment Richmann a pu placer le fer avant le cuivre et le laiton, puisqu'une boule de laiton, d'un diamètre égal à celui de la précédente, s'est refroidie de 10 degrés en 8′.41″.

Richmann dit aussi avoir opéré dans un air qui était toujours à-peu-près à la même température; mais la présence de l'observateur, la chaleur de la boule, l'action de l'air extérieur, etc. apportent de continuelles variations dans la température de l'air de la chambre; et si l'on n'en tient pas compte, on ne peut pas, d'après les lois connues du refroidissement, obtenir des résultats comparables.

Mayer (J. T.) *Ueber die gesetze, etc., des Warmestoffs*, p. 251) a appliqué le calcul aux expériences de Richmann. Il est inutile de rapporter ces calculs puisque je viens de faire voir que les expériences sont peu exactes.

Je passerai maintenant à mes expériences sur les métaux; je commencerai par l'étain : je donnerai pour ce métal tous les détails nécessaires sur ma manière d'opérer. J'observe d'abord le refroidissement pour le métal poli.

1re Expérience. — *Tempér. de l'air* = 18°,51.

La température de la boule abaissée de 104°,77 à 94°,77 en 4′.37″,5.

Je couvre la boule d'une couche de vernis dans le-

quel est délayé du noir de fumée, et j'observe de nouveau le temps du refroidissement.

2me Expérience. — *Tempér. de l'air* = 18°,99.

La température de la boule abaissée de 105°,25 à 95°,25 en 2'.43",5.

La température de l'air a varié de 0°,48. J'ai fait varier la température initiale de la même quantité; de sorte que l'excès de la température de la boule sur la température de l'air est resté le même.

Je couvre la boule d'une seconde couche de vernis.

3me Expérience. — *Tempér. de l'air* = 19°,16.

La température de la boule abaissée de 105°,42 à 95°,42 en 2'.37".

On voit que la boule, couverte d'une couche de vernis, a perdu 10 degrés de chaleur en 2'.43",5, et que, couverte d'une seconde couche, elle a fait la même perte en 2'.37". Il résulte de cette expérience que les corps rayonnent non-seulement par les molécules de leur surface extérieure, mais aussi par celles situées à une certaine profondeur. Les expériences de Rumford et de M. Leslie prouvent le même fait.

Comme la seconde couche a hâté le refroidissement, j'en ajoute une troisième.

4me Expérience. — *Tempér. de l'air* = 19°,16.

La température de la boule abaissée de 105°,42 à 95,42 en 2'.37".

Je n'ajouterai plus de vernis, puisque la dernière couche n'a pas changé la propriété rayonnante de la surface. La seconde couche a porté la boule au *minimum* du temps.

On voit, par les expériences précédentes, que l'épais-

seur de la couche de vernis influe considérablement sur le temps du refroidissement; on n'opérerait donc pas avec exactitude en ne couvrant chaque boule que d'une seule couche de vernis.

J'ai fait les mêmes expériences sur un certain nombre de métaux; j'en rapporterai les résultats dans le petit tableau qui suit :

MÉTAUX.	POLIS.	COUVERTS DE VERNIS.				RAPPORTS.
		1re couch.	2e.	3e.	4e.	
Fer.	9'.56"	5'.44"	5'.40"	5'.40"	....	1000 à 570
Acier.	10'.17"	5'.50"	5'.48"	5'.48"	....	1000 à 564
Fonte.	9'.41"	5'.55"	5'.52"	5'.52",6	....	1000 à 605
Laiton.	8'.41",5	4'.57",5	4'.49"	4'.45",5	4'.45",5	1000 à 561
Zinc.	7'.53"	4'.26"	4'.24"	4'.24",6	....	1000 à 559
Etain.	4'.57",5	2'.43",5	2'.37"	2'.37"	....	1000 à 566
Plomb.	3'.45"	2'.23"	2'.20"	2'.20"	....	1000 à 622

Dans la première colonne sont les métaux; dans la seconde, les temps du refroidissement de ces métaux polis; dans la troisième, les temps du refroidissement des métaux couverts d'une couche de vernis, etc.; dans la dernière, les rapports des temps du refroidissement des métaux polis aux temps du refroidissement des métaux vernis (au *minimum.*)

On voit, par ce tableau, que l'effet de la première couche est de réduire à-peu-près à moitié la durée du refroidissement de la boule polie; que la deuxième couche diminue encore ce temps de quelques secondes, et que la troisième en général ne produit aucun effet. Chaque métal, excepté le laiton, a été porté au *minimum* de temps par la deuxième couche de vernis.

Il est assez remarquable que le rapport du temps du refroidissement du métal poli, au temps du refroidissement du métal vernis, soit à-peu-près le même pour tous les métaux.

Le fer, l'acier et la fonte, ayant la même surface vernissée, perdent le même nombre de degrés de chaleur dans des temps qui sont comme 340, 348 et 352, ainsi qu'on le voit à la troisième colonne. Par conséquent, le fer se refroidit d'autant plus lentement qu'il est combiné avec une plus grande quantité de carbone.

La fonte nue (2e colonne) s'est refroidie plus rapidement que le fer et l'acier, parce que cette fonte n'avait pas un poli aussi parfait que celui des deux autres métaux.

Les boules de fer et d'acier avaient été forgées; celle de fonte avait été faite avec un boulet de quatre : les boules de zinc, de laiton, d'étain et de plomb, avaient été fondues. Le poids de chacune de ces boules était proportionnel à la densité du métal dont elle était formée.

Comme l'acier et la fonte peuvent varier dans leur composition, j'ai pris la densité d'un morceau détaché de chaque boule avant qu'elle fût tournée, et j'ai trouvé 7,811 pour l'acier, et 7,099 pour la fonte.

Si l'on prend la moyenne des rapports de la dernière colonne (le plomb excepté), on trouve 1000 à 561 pour ce rapport moyen. M. Leslie (*An inquiry, etc.*, p. 315) a trouvé ce rapport variable de $\frac{2}{1}$ à $\frac{3}{2}$ pour les températures 10, et 70 degrés au-dessus du milieu ambiant. On conçoit facilement que ce rapport doit varier avec l'excès de la température de la boule sur celle du milieu environnant.

Je vais maintenant déduire les chaleurs spécifiques des

nombres trouvés par les expériences précédentes ; je les appliquerai à des formules que M. Fourier, membre de l'Académie royale des Sciences, a bien voulu me communiquer.

Si l'on expose un corps sphérique, d'une petite dimension, dans un milieu gazeux plus froid, l'excès de sa température sur celle de ce milieu sera exprimé, après un temps t, par la formule :

$$u = e^{-\frac{hts}{CVD}}$$

u est l'excès de la température du corps sur celle du milieu ; h la conductibilité extérieure, c'est-à-dire, la quantité de chaleur que l'unité de surface entretenue à la température de l'eau bouillante, perd pendant l'unité de temps, l'air étant maintenu à la température zéro ; s la surface ; V le volume du corps ; e la base des logarithmes hyperboliques ; D la densité ; C la chaleur spécifique du corps. Si l'on met $\frac{1}{3} Rs$ au lieu de V, la formule devient :

$$u = e^{-\frac{3ht}{CDR}}.$$

Après un temps t', on aura de même :

$$u' = e^{-\frac{3ht'}{CDR}}.$$

Si l'on prend les logarithmes de chaque membre de ces égalités, et si l'on retranche la seconde de la première, on aura :

$$\log u - \log u' = \frac{3h(t'-t)\log e}{CDR};$$

$$\text{d'où } C = \frac{3h \log e\ (t'-t)}{(\log u - \log u')\, DR}.$$

Si l'on remarque que les différences initiale et finale entre la température des boules et celle de l'air, savoir: u et u', ont été constantes dans toutes les expériences; qu'il en est de même de h et de R, puisque toutes les boules avaient la même surface vernissée (au *minimum*), et que les temps du refroidissement avaient été rapportés au même diamètre, on pourra supprimer le facteur :

$$\frac{5\,h\,\log e}{(\log u - \log u')\,R}$$

commun à toutes les expériences, et on aura :

$$C = \frac{t' - t}{D} \ldots (a),$$

c'est-à-dire, qu'il faut diviser le temps du refroidissement par la densité du métal pour en avoir la capacité pour la chaleur.

J. T. Mayer (*Ann. de Chim.*, tome XXX, p. 32) a donné la même formule, mais sous une autre forme :

$$C = \frac{1}{DL};$$

C et D ayant la même signification que dans les calculs précédens; L représentant la conductibilité qu'il suppose en raison inverse des temps du refroidissement pour des boules de même diamètre. Il a employé cette formule à calculer les chaleurs spécifiques de diverses espèces de bois.

Je mettrai dans la formule

$$C = \frac{t' - t}{D}$$

les valeurs de D et de $t' - t$ correspondantes à chaque métal, et j'aurai successivement :

Fer, $D=7,788$ (Brisson), $t'-t=5'.40''$; d'où $C=0,7276$;

Acier, $D=7,811$, $t'-t=5'.48''$, d'où $C=0,7425$;

Fonte, $D=7,0994$, $t'-t=5'.62''$, d'où $C=0,8274$;

Zinc, $D=7,1458$ (M. Gay-Lussac), $t'-t=4'.24''$, d'où $C=0,6157$;

Laiton, $D=8,111$, $t'-t=4'.45'',5$, d'où $C=0,5862$;

Etain, $D=7,395$ (Musschenbroeck), $t'-t=2'.37''$, d'où $C=0,3538$;

Plomb, $D=11,2238$ (M. Gay-Lussac), $t'-t=2'.20''$, d'où $C=0,2078$.

Si l'on représente le nombre 0,7276, ou la chaleur spécifique du fer par 100, on aura :

102,1 pour la chaleur spécifique de l'acier rapportée à celle du fer.

113,6 pour la fonte. MM. Clément et Désormes donnent 103,6.

84,62 pour le zinc. MM. Clément et Désormes 85,7; Crawford 85,10; Willke 92,10;

80,57 pour le laiton. Crawford 88,45; Willke 92,02.

On ne doit pas s'attendre à avoir une correspondance parfaite entre les expériences faites sur le laiton par des personnes différentes, vu que la composition de ce corps est variable.

48,63 pour l'étain. Lavoisier et M. Laplace donnent 43,0; MM. Clément et Désormes 46,3; Willke 47,62; Kirwan 54,40;

28,57 pour le plomb. Lavoisier et M. Laplace 25,5; MM. Clément et Désormes 31,9; Willke 37,9; Crawford 27,74.

J'ai rapporté des chaleurs spécifiques non encore pu-

bliées, que MM. Clément et Désormes ont déterminées par le calorimètre. Je les dois à l'obligeance de M. Clément.

On voit, par ce qui précède, que les métaux pris sous le même volume, exposés dans l'air atmosphérique, perdent le même nombre de degrés de chaleur dans des temps qui, divisés par les densités correspondantes, sont proportionnels aux chaleurs spécifiques.

Les calculs précédens ont été faits dans la supposition que la conductibilité est à-peu-près la même dans toutes les boules qui ont été l'objet des expériences, parce qu'elles ont de petites dimensions.

Dans la comparaison des chaleurs spécifiques, j'ai toujours représenté par 100 la chaleur spécifique du fer, donnée par chaque physicien.

On annonce, dans l'extrait que j'ai déjà cité, que M. Fourier a calculé la conductibilité extérieure du fer. Je calculerai le même élément pour les différens métaux sur lesquels j'ai fait des expériences.

Si l'on tire la valeur de h de la formule ci-dessus, on a :

$$h = \frac{(\log u - \log u')\, CRD}{3 \log e\, (t' - t)}.$$

Cette formule se réduit à

$$h = \frac{CD}{t' - t} \quad \ldots (b)$$

par la suppression du facteur :

$$\frac{(\log u - \log u')}{3 \log e}\, R,$$

qui est constant dans toutes les expériences.

Si l'on met, dans cette formule (b), les valeurs de D, C et $t' - t$ déterminées précédemment, on aura les valeurs de h correspondantes :

Fer, $C=0,7276$, $D=7,788$, $t'-t=9'.56''$, d'où $h=5,704$;

Fonte, $C=0,8274$, $D=7,0994$, $t'-t=9'.41''$, d'où $h=6,066$;

Acier, $C=0,7425$, $D=7,811$, $t'-t=10'.17''$, d'où $h=5,649$;

Zinc, $C=0,6157$, $D=7,1458$, $t'-t=7'53''$, d'où $h=5,581$;

Laiton, $C=0,5862$, $D=8,111$, $t'-t=8'.41'',5$, d'où $h=5,470$;

Etain, $C=0,3538$, $D=7,395$, $t'-t=4'.37'',5$, d'où $h=5,656$;

Plomb, $C=0,2070$, $D=11,2238$, $t'-t=3'.45''$, d'où $h=6,219$.

Cette dernière valeur de h est calculée d'après l'expérience faite avec la boule de plomb, dont la surface était très-brillante. Si au lieu de rendre le plomb brillant en enlevant la couche extérieure par le moyen d'un instrument tranchant, on l'unit par le frottement comme tous les autres métaux, alors la durée du refroidissement est $3'.20'',5$, et la valeur de h calculée devient 6,979.

En réunissant les résultats obtenus, on forme le tableau suivant :

MÉTAUX.	TEMPS du refroidissement.		CAPACITÉ calculée par le refroidissement.	CONDUCTIBILITÉ extérieure.
	VERNIS.	POLIS.		
Fer.	100	175,2	100	100
Fonte.	103,5	170,8	113,6	106,3
Acier.	102,3	187,4	102,1	98,9
Zinc.	77,6	139,1	84,6	97,8
Laiton.	84,0	153,3	80,6	95,9
Etain.	46,5	81,6	48,6	99,2
Plomb.	41,2	66,2	28,6	109,0

Le nombre donné pour la fonte ne doit pas être regardé comme bien exact, parce que la surface de la boule était parsemée de petites cavités : ces cavités étaient très-peu apparentes ; cependant elles ont dû influer sur le refroidissement.

On voit, par la quatrième colonne, que la conductibilité extérieure est plus grande dans le plomb que dans les autres métaux qui possèdent cette propriété à-peu-près au même degré ; ce qui s'accorde avec les résultats des expériences de M. Leslie sur le pouvoir rayonnant des surfaces métalliques.

Sur *la Décomposition de l'Acétate d'alumine par la chaleur.*

Dans une note imprimée dans le 74me volume des *Annales de Chimie*, p. 193, j'ai avancé que lorsqu'on exposait une dissolution d'acétate d'alumine à une température n'excédant pas 100°, elle se troublait très-fortement, à cause de l'alumine qu'elle laissait précipiter, et que par le refroidissement elle reprenait sa transparence primitive. L'expérience avait été répétée plusieurs fois avec un égal succès ; mais dernièrement, ayant voulu la refaire, j'ai été surpris de ne plus réussir. Je me suis alors déterminé à examiner la chose de plus près, et j'ai reconnu la circonstance de laquelle dépend la décomposition de l'acétate d'alumine par la chaleur.

J'ai préparé ce sel en décomposant du sulfate d'alumine très-pur par de l'acétate de plomb que j'ai ajouté

en léger excès, et j'ai précipité le plomb au moyen du gaz hydrosulfurique. L'acétate d'alumine, ainsi préparé, ne s'est plus troublé par l'action de la chaleur, quoique je l'aie pris dans divers états de concentration. En réfléchissant alors en quoi cet acétate différait de celui qui s'était décomposé par la chaleur, je n'ai reconnu d'autre différence entr'eux que la présence de quelques sels qui étaient mélangés avec le dernier acétate, et qui ne l'étaient pas certainement avec le premier. J'avais en effet préparé autrefois mon acétate d'alumine avec de l'alun et de l'acétate de plomb, et indépendamment de l'acétate de potasse qu'il contenait nécessairement, il pouvait contenir encore du sulfate de potasse, et même de l'alun ou de l'acétate de plomb. En conséquence j'ai ajouté une dissolution de sulfate de potasse à l'acétate d'alumine pur, et en faisant chauffer j'ai obtenu un précipité très-abondant qui s'est dissous peu à peu par le refroidissement et une légère agitation. Avec l'alun, les sulfates de magnésie, de soude et d'ammoniaque, le chlorure de sodium, j'ai obtenu un précipité considérable : avec le nitre, il a été moins abondant, et les chlorures de calcium et de barium, ainsi que le nitrate de baryte et l'acétate de plomb, n'ont produit aucun effet.

J'ai cherché à reconnaître la nature du précipité pour remonter à la cause qui l'avait produit. J'ai séparé le précipité qui s'était formé dans la dissolution d'acétate d'alumine et de sulfate de potasse, à la température d'environ 100°; et après l'avoir bien lavé et recueilli sur un filtre, j'en ai traité une partie par l'acide sulfurique presque concentré, pour m'assurer s'il contenait de l'acide acétique, et j'ai dissous l'autre par l'acide hydro-

chlorique, pour découvrir, par l'addition de la baryte, la présence de l'acide sulfurique ; mais, à ces deux épreuves, le précipité s'est comporté comme de l'alumine pure. Il serait cependant possible qu'il eût contenu primitivement de l'acide acétique, comme je l'avais cru, et qu'il eût été décomposé par l'eau de lavage, ainsi que cela arrive pour une foule de sous-sels formés par des acides minéraux. Quoi qu'il en soit, il n'est pas facile de donner une explication de la précipitation de l'alumine, et je n'en vois aucune assez satisfaisante pour la présenter.

Bien que l'on prépare facilement le sulfate d'alumine, il ne sera pas inutile de faire connaître le procédé suivant qui m'avait été communiqué par Descostils.

Sur du sulfate d'alumine et d'ammoniaque, faites bouillir de l'eau régale jusqu'à ce que toute l'ammoniaque soit détruite, et évaporez à siccité pour dégager l'excès d'acide nitrique et d'acide hydrochlorique. L'ammoniaque est détruite par le chlore résultant de l'actiou réciproque de ces deux acides, et l'alumine reste seule combinée avec l'acide sulfurique.

Le sulfate d'alumine en dissolution concentrée est le meilleur réactif que l'on puisse employer pour reconnaître la potasse seule ou combinée avec un acide quelconque. Si l'on verse en effet une goutte de la dissolution d'un sel à base de potasse dans quelques grammes de sulfate d'alumine, il se fait promptement un précipité d'alun, parce que ce dernier sel n'est pas soluble dans la dissolution concentrée du sulfate d'alumine.

Les sels de soude ne produisent aucun précipité.

G.-L.

Extrait *d'une Lettre de M.* **Berzelius** *à M.* **Gay-Lussac** *sur les Oxides de manganèse.*

Stockholm, le 28 septembre 1817.

« M. Arvidson, jeune chimiste très-habile, s'est occupé, dans mon laboratoire, de recherches sur les oxides du manganèse, et il vient de trouver que ce métal, à commencer par son oxide salifiable, a trois degrés d'oxidation, dont il a trouvé la composition à très-peu de chose près, telle que je l'avais déterminée il y a quelques années. Le protoxide ou l'oxidule est vert, les deux autres sont noirs. Le second se forme, soit par l'acide nitrique, lorsqu'on chauffe le nitrate de manganèse au rouge brun, soit lorsqu'on fait brunir l'oxidule dans l'air. Si on chauffe le second oxide à une chaleur rouge continue, il donne un peu de gaz oxigène, et laisse une poudre rouge qui, par les acides, peut se décomposer en oxide vert et en oxide noir, tout comme vous l'avez trouvé. L'oxide noir qui s'en sépare n'est cependant point le peroxide, comme vous venez de le supposer, mais bien le deutoxide. La poudre rouge est composée de 100 parties de manganèse et de 37.47 parties d'oxigène, tandis que, dans le deutoxide, 100 parties de métal sont combinées avec 42.16 parties d'oxigène. L'oxide rouge de manganèse est donc analogue à l'oxide de fer magnétique natif. M. Arvidson a aussi examiné le peroxide natif. Il a trouvé que 100 parties de cet oxide, abstraction faite des substances étrangères dont il est presque toujours mêlé, donnent, par une forte calcination, 11.3 parties d'oxigène, et laissent de l'oxide rouge pour résidu. Il n'a point réussi à produire cet oxide par le gaz oximuria-

tique. Si l'oxide rouge de manganèse est un degré d'oxidation particulier, le manganèse a 4 degrés d'oxidation dans lesquels 100 parties du métal sont combinées avec les quantités d'oxigène suivantes : 28.105, 37.47, 42.16, 56.21 ; mais le second degré ne peut point se concilier avec les proportions chimiques si on ne le considère point comme une combinaison chimique des deux premiers. Pendant que M. Arvidson s'occupait de ces travaux, on m'apporta d'Undenas en Westrogothie de l'oxide de manganèse en très-belles et très-grandes aiguilles cristallisées ; il se chargea d'en faire une analyse. Il se trouva que ce n'était point du peroxide, mais bien l'hydrate du deutoxide. Exposé au feu, il donne 10 p. c. d'eau pure, et 3.07 p. c. d'oxigène, en laissant pour résidu de l'oxide rouge. Il est donc composé, de manière que l'oxigène de l'eau est $\frac{1}{5}$ de celui du deutoxide. Si on en ôte l'hydrogène ; on obtient le peroxide ; ou bien si l'on ajoute de l'hydrogène à celui-ci, on a l'hydrate du deutoxide. L'hydrate cristallise différemment du peroxide, et forme en général des cristaux plus larges ; il ne noircit point les mains comme le peroxide, et donne une poudre rouge-brune. On n'a besoin que de le gratter avec un corps dur pour le distinguer tout de suite du peroxide. Klaproth a déjà analysé un hydrate d'oxide de manganèse d'Ilefeld sans qu'il paraisse cependant s'être aperçu de sa différence, dans sa constitution chimique, d'avec le peroxide. J'ai fait venir, cet été, du manganèse d'Undenas. La plupart des échantillons n'étaient point cristallisés, et il paraît que cette mine ne contient que de l'hydrate du deutoxide en masse, rarement mêlé de cristaux du même minerai. »

Lettre *de M.* d'Arcet *à M.* Gay-Lussac *sur la Substitution du nitrate de soude au nitrate de potasse, dans les arts.*

« Mon cher Collègue,

« J'ai lu, dans l'avant-dernier Cahier des *Annales de Chimie*, page 171, une note de M. Longchamp sur le traitement des eaux-mères des salpêtriers. J'y ai trouvé une proposition dont l'adoption serait fort nuisible aux fabricans de produits chimiques ; j'ai cru utile d'y faire quelques objections pour contre-balancer l'influence que peut avoir le nom de M. Lonchamp dans une pareille question, et je vous prie, pour arriver plus facilement à ce but, de faire insérer ce qui suit dans le prochain Cahier des *Annales*.

» M. Proust a déjà proposé depuis long-temps de substituer, dans les arts, le nitrate de soude au nitrate de potasse ; mais ce projet, consigné dans le *Journal de Physique*, est resté sans exécution parce qu'il est en opposition avec les véritables intérêts des fabricans de produits chimiques. On s'en convaincra aisément en étudiant la décomposition du nitrate de soude au moyen de l'acide sulfurique ; en pensant au peu de valeur du sulfate de soude qu'on obtient pour résidu de cette opération, et à la grande valeur qu'a, au contraire, dans le commerce, le sulfate de potasse que l'on retire de la décomposition du nitrate de potasse par l'acide sulfurique ; ou des résidus de la combustion d'un mélange de nitre et de soufre dans les chambres de plomb.

» Les fabriques d'alun recherchent le sulfate de po-

tasse avec tant de soin que sa valeur est maintenant très-élevée, et que les fabricans d'acide nitrique peuvent vendre cet acide à très-bas prix.

» Si l'on substituait le nitrate de soude au nitrate de potasse dans l'usage des arts, on paralyserait nos fabriques d'alun; on ferait doubler tout-à-coup la valeur de l'acide nitrique, et on obligerait une foule de fabricans à changer leurs procédés de fabrication, parce qu'on les forcerait à changer de matière première; ce qui occasionnerait sans doute la destruction de toutes les petites fabriques qui sont conduites par des ouvriers peu au fait des connaissances chimiques.

» Il est bien évident que le prix du nitre, qui entre pour $\frac{1}{10}$ dans le mélange que l'on brûle pour fabriquer l'acide sulfurique, doit influer sur la valeur de cet acide. Si les Anglais ont le nitre à plus bas prix que nous, il leur sera donc facile de détruire notre concurrence en Belgique, en Allemagne, en Suisse, en Espagne, en Italie, etc. J'ajouterai que les fabricans d'acide sulfurique qui craignent maintenant qu'on ne détruise leur industrie en mettant un impôt trop élevé sur le nitre qui vient de l'Inde, craindraient, par la même raison, la substitution du nitrate de soude au nitrate de potasse qu'ils ne demandent point, et qui est loin d'être dans leurs intérêts. Je pourrais donner beaucoup d'autres raisons à l'appui de ces vérités; mais tout homme qui s'occupe des arts chimiques les connaît : il suffit seulement ici d'avertir l'autorité de bien consulter tous les intérêts avant de prendre le parti que propose M. Longchamp.

» J'ai l'honneur d'être; etc. »

Paris, le 8 octobre 1817.

MOYEN *d'empêcher les vases de fer-blanc ordinaire de se rouiller par l'action de l'eau.*

L'ON recherche avec raison, depuis long-temps, des moyens d'éviter, pour les ustensiles de ménage, l'emploi trop souvent pernicieux du cuivre. Le fer-blanc remplace ce métal dans un grand nombre de circonstances, et un alliage de fer et d'étain, qu'on obtiendrait très-ductile, serait encore plus avantageux, parce qu'on pourrait former des vases sans soudure. On ne doit point considérer le fer-blanc ordinaire comme un alliage homogène de fer et d'étain; sa surface est toujours plus chargée d'étain que le centre, où le fer se voit souvent à nu, comme dans les fers-blancs de mauvaise qualité. Il en résulte que l'eau, dans les vases de cette matière, devient bientôt ferrugineuse et trouble, parce que le fer qui est à nu sur les bords des feuilles, n'étant pas recouvert par la soudure, s'oxide promptement. Il est cependant facile d'éviter cet inconvénient : il suffirait que les ferblantiers eussent l'attention de recouvrir exactement avec de la soudure tous les bords des coupures. Nous supposons que le fer-blanc soit d'ailleurs de bonne qualité; car s'il était *percillé*, il se formerait de l'oxide de fer dans les creux. Le battage qu'on lui fait subir quelquefois a principalement pour objet de faire disparaître ses plus légers vides, d'augmenter sa densité et son éclat, et de le faire résister beaucoup mieux à l'action de l'eau.

On n'a pas assez tiré parti jusqu'à présent de la propriété qu'a un corps, même en très-petite proportion dans un alliage, de rendre celui-ci beaucoup plus résis-

tant à l'action de l'eau ou d'un air humide. La fonte, où il n'entre que quelques centièmes de carbone ou de métaux étrangers, se rouille moins promptement que le fer. Ce dernier, allié à un peu de nickel dans les masses de fer, qu'on suppose avoir une origine étrangère à notre globe, s'est conservé depuis des siècles, quoique exposé à toutes les vicissitudes de l'air; et enfin, le même métal, étamé seulement à sa surface, se conserve aussi très-long-temps sans altération. Il serait donc à desirer que l'attention des chimistes se dirigeât vers l'art de préserver de la destruction les métaux très-oxidables, en les combinant avec de petites proportions de certaines substances : il en résulterait certainement un avantage pour la société.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *octobre* 1817.

M. COQUEBERT-MONTBRET commence la lecture d'un Rapport très-détaillé *sur le Voyage de M.* Krusenstern *autour du monde.*

On lit une Note de M. Henri, ingénieur des ponts et chaussées à Florac, département de la Lozère, *sur une masse de fer oxidé* contenant de nombreuses portions de fer à l'état naïf, trouvée près de Florac, dans le lit d'un torrent. MM. Haüy et Vauquelin sont priés de l'examiner.

On donne lecture d'un Mémoire de M. Borguis *sur une Echelle flexible*, pour remplacer les roues à tambour. MM. Charles et Prony, commissaires.

Séance du lundi 13 octobre.

Le Ministre de la Marine adresse à l'Académie deux épreuves de la médaille qui a été frappée pour rappeler l'objet du voyage de la corvette l'*Uranie*.

M. Babinet, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, envoie un Mémoire *sur le Degré de précision de la formule donnée par M. Laplace sur la déviation d'un corps qui tombe d'une grande hauteur*. MM. Poisson et Maurice sont chargés d'en rendre compte.

MM. Molard et Ampère font un rapport *sur la nouvelle lampe de Lord Cochrane*; mais l'Académie, étant informée que le Ministre de la Marine fait faire des expériences sur cette lampe, suspend son jugement, et charge ses commissaires d'assister à ces expériences.

M. Girard, au nom d'une commission, rend compte de l'*Alidographe* de M. de Saint-Far.

Cet instrument, présenté pour la première fois en 1800 à la première Classe de l'Institut, a reçu depuis des additions qui lui ont donné un plus grand degré de précision. On peut le comparer à une planchette ordinaire exécutée avec beaucoup de soin; et ce qui le distingue particulièrement, c'est une alidade qui, par elle-même, fait toutes les fonctions d'un rapporteur assez grand pour qu'on y distingue les minutes, et qui, au moyen d'une lunette qu'on y adapte à volonté, donne à l'instrument la propriété du théodolithe. Tel qu'il a

été présenté à l'Académie, il est plus propre que la planchette à lever avec exactitude les plans topographiques de détail : il est seulement à craindre que, devant être construit avec beaucoup de précision pour bien remplir son objet, son prix ne soit trop élevé et n'en restreigne l'usage.

Dans la même séance, M. Cauchy a lu un Mémoire *sur la Décomposition des polynomes en facteurs réels du second degré.*

Séance du lundi 20 octobre.

On annonce la mort de M. Genty, correspondant de l'Académie.

M. Coquebert-Montbret achève son rapport verbal *sur le Voyage de M. Krusenstern autour du monde.*

On lit un Mémoire de M. Opoix *sur la manière de conserver le beurre frais.* M. Thenard est prié de l'examiner.

Séance du lundi 27 octobre.

M. Sorlin adresse un Mémoire *sur la Trigonométrie sphérique.* MM. Legendre et Delambre, commissaires.

M. Girard lit un Mémoire *sur l'Ecoulement de l'éther et de quelques autres fluides, par des tubes capillaires de verre.*

M. Bosc, au nom d'une commission, rend compte de la Notice statistique de M. Guillet sur l'arrondissement de Maremmes. Il s'arrête plus particulièrement sur le *parcage* des huîtres vertes. « On pêche les huîtres sur » les côtes voisines, principalement vis-à-vis Oléron et » l'île d'Aix, et on préfère, pour les faire parquer,

» celles qui sont petites et rondes. On appelle *claires*,
» dans le pays, les parcs destinés à faire verdir les huî-
» tres. Ce sont des espaces, le plus ordinairement de
» 600 à 800 mètres carrés, choisis sur la plage, des
» deux côtés de la rivière, et entourés d'une levée assez
» basse pour que les marées des syzygies la sur-
» montent.

» Le talent de celui qui a soin des claires consiste,
» 1° à n'y mettre que la quantité d'huîtres qui peuvent
» y prospérer; 2° à les transporter, tous les ans, dans
» une autre claire qui n'en ait pas nourri l'année précé-
» dente; 3° à augmenter l'eau pendant l'hiver pour
» empêcher l'effet des grandes gelées qui font périr les
» huîtres; 4° à s'opposer à l'entrée des eaux des pluies
» ou de la rivière, qui sont également pernicieuses.
» Les huîtres ne sont marchandes qu'après trois ans de
» séjour dans les claires. Un plus long temps les rend
» plus grasses et plus délicates. »

L'Académie se forme ensuite en comité secret.

L'anonyme qui a offert une somme de 7000 francs pour la fondation d'un prix de statistique a voulu remettre cette somme à M. Laplace, qui propose de la déposer entre les mains de la commission administrative. La proposition est adoptée.

MM. Laplace, Fourier et Coquebert-Montbret sont nommés commissaires pour rédiger l'article des naissances et des morts, qu'on insérera dans les *Mémoires de l'Académie*, suivant l'ancien usage.

Sur *les Sels composés d'acide sulfurique et de peroxide de fer.*

Par T. Thomson.

(*Annals of Philosophy*. X, 98.)

D'après la théorie atomistique des proportions définies, les quantités d'un corps qui se combinent successivement avec une quantité constante d'un autre corps doivent suivre entr'elles la progression des nombres entiers 1, 2, 3, etc., parce qu'on suppose que les molécules ne peuvent pas se diviser. Les peroxides de sodium, de nickel, de fer, de cobalt et de cérium, qui renferment une proportion et demie d'oxigène, présenteraient donc tous la même anomalie, savoir : qu'une molécule de métal serait combinée avec une molécule et demie d'oxigène. Il semble qu'on pourrait la faire disparaître en admettant un degré d'oxidation inférieur à celui que l'on prend pour protoxide, et qui fût tel que le peroxide en fût un multiple entier; mais, outre qu'on ne doit pas admettre des composés que la nature n'avoue point, il est nécessaire de prendre, pour degrés correspondans de combinaison, tous ceux qui sont évidemment produits dans les mêmes circonstances. Tels sont, par exemple, les oxides que forment le fer, le manganèse, l'étain, etc., en décomposant l'eau avec le coneours des acides. Le moyen le plus simple de faire disparaître cette anomalie, qui n'était due qu'à ce qu'on n'avait pas donné à la théorie atomistique la généralité qu'elle doit avoir,

est d'admettre que les molécules des corps peuvent se combiner dans un rapport quelconque, pourvu que les deux nombres qui l'expriment soient entiers. Ainsi, d'après le Dr Thomson, les peroxides qu'on a supposé renfermer une proportion et demie d'oxigène seraient plutôt formés de 2 proportions de métal et de 3 d'oxigène. Le peroxide de fer, par exemple, serait formé de 3 proportions d'oxigène = 3,0, plus, de 2 proportions de fer = 7,0; et son nombre proportionnel serait 10,0, au lieu de 5,0 (1), qu'on lui donne ordinairement, en supposant qu'il soit formé de 1 atome de fer et de $1\frac{1}{2}$ oxigène. On peut s'assurer si cette manière de voir est fondée en examinant si les rapports de combinaison sont plus simples que dans l'autre, et c'est ce que le Dr Thomson a fait pour les composés de peroxide de fer et d'acide sulfurique.

100 parties de proto-sulfate de fer sont composées de:

Eau,	45,000	
Acide,	28,947	} = 55,0.
Protoxide,	26,053	

Ce sulfate, porté au *maximum* en le faisant bouillir avec de l'acide nitrique qu'on a soin d'expulser entièrement en évaporant plusieurs fois le sel à siccité, après l'avoir délayé avec de l'eau, se change en deux sulfates, l'un soluble et l'autre insoluble. Si on représente le

---

(1) Le Dr Thomson adopte le nombre 3,5 pour le fer, en représentant l'oxigène par 1,0. Cette proportion revient à 28,57 d'oxigène pour 100 de métal.

poids de ces deux sels par 100, on trouvera que celui du sel insoluble est 25,0, c'est-à-dire, le tiers du poids du sulfate soluble.

Le sulfate insoluble, dissous dans l'acide muriatique et précipité par le muriate de baryte, s'est trouvé composé de :

Acide,	5;
Peroxide,	20.
	25.

Le sulfate soluble, traité de la même manière, a donné :

Acide,	45	ou	15;
Peroxide,	30	ou	10.
	75		25.

D'après cela, si l'on représente le poids d'un atome de peroxide de fer par 10, le sulfate insoluble sera formé d'un atome d'acide et de deux atomes de peroxide; et le sulfate soluble de 3 atomes d'acide et de 1 d'oxide; tandis que si l'on eût représenté le poids d'un atome de peroxide de fer par 5, on aurait trouvé des demi-proportions.

Outre les deux sulfates précédens, il en existe un troisième que l'on obtient en faisant digérer du peroxide de fer dans de l'acide sulfurique concentré : il est blanc, et le Dr Thomson le considère comme un hydrate de persulfate. On ne peut le soumettre à l'analyse parce que l'eau que l'on verse dessus le décompose aussitôt.

Le D[r] Thomson est porté à croire qu'il existe encore un quatrième sulfate. Il exprime les proportions de ces divers sels de la manière suivante :

Subbipersulfate,	1 atome acide,	+ 2 atom. peroxide;
Persulfate,	1	+ 1
Bipersulfate,	2	+ 1
Tripersulfate,	3	+ 1.

Sur *la Germination de l'Orge.*

Par le D[r] Thomson.

(*Annals of Philosophy*. X. 388.)

M. Proust affirme que l'orge, pendant qu'on la convertit en malt, perd un tiers de son poids (*Ann. de Ch. et de Phys.*, vol. V, p. 342); mais je puis assurer que ce résultat ne peut être exact. La perte moyenne, dans plus de cinquante opérations faites sur une très-grande échelle, que j'étais chargé de surveiller, et dans lesquelles on a porté le plus grand soin pour en assurer l'exactitude, n'a été que de 20 pour 100. Le malt, dans ces diverses opérations, fut pesé immédiatement au sortir du séchoir ou touraille, et l'orge l'avait été avant d'être mise dans la trempoire. Je trouvai que l'orge perdait 12 pour 100 de son poids si on la desséchait dans la touraille; et que le malt, tenu pendant quelque temps dans un grenier, recouvrait la même proportion de poids. Il suit de là que la véritable perte de poids pen-

dant la conversion de l'orge en malt ne peut excéder 8 pour 100, ou environ un douzième. La moitié de cette perte doit être attribuée à la matière enlevée à l'écorce du grain par l'eau de la trempoire, et aux grains d'orge écrasés et détruits par l'ouvrier pendant qu'il retourne le malt sur le sol; de manière que la véritable perte de l'orge ne doit pas, je crois, excéder 4 pour 100. Je laisse à M. Proust à décider s'il y a apparence que la partie amilacée de l'orge éprouve, dans sa composition, un changement aussi remarquable qu'il le dit, pendant que cette graine perd si peu de son poids. Je considère l'hordéine de M. Proust comme de l'amidon dans un état particulier, en quelque sorte semblable à la matière fibreuse des pommes de terre. Pendant qu'on fait le malt, l'hordéine se convertit partie en sucre et partie en amidon ordinaire, par la destruction d'une certaine matière glutineuse inconnue qui réunit si solidement ses parties les unes aux autres...... J'ai trouvé, par de nombreuses expériences faites très en grand, que la portion de malt qui se dissout, produit, par la fermentation, un poids à-peu-près égal d'acide carbonique et d'alcool, de la gravité spécifique 0,825. Lorsque l'orge est employée par les distillateurs sans avoir été convertie en malt, elle éprouve, pendant son séjour dans la tonne où on la fait tremper, un changement semblable à celui qu'elle éprouve pendant sa conversion en malt; car le moût en paraît aussi sucré au goût que celui du malt.

ANALYSE *d'une Concrétion calculeuse trouvée dans la vessie d'une petite chienne.*

Par BÉNÉDICT PREVOST (1).

CETTE concrétion, du poids de 47 grammes, avait la forme d'un cylindre aplati, d'environ 54 millimètres de longueur sur 27 de largeur. Sa densité est presque double de celle de l'eau ; sa surface est raboteuse ; sa consistance à-peu-près la même que celle du sucre, dont cependant elle n'a pas le brillant. Sa mie est d'un blanc mat parsemé de quelques points nacrés. Les couches dont elle paraissait formée n'étaient pas par-tout distinctes : elles enveloppaient une espèce de noyau qui était en partie adhérent.

Triturée avec de la potasse caustique, il s'en est dégagé une forte odeur d'ammoniaque. Au chalumeau, il s'est manifesté la même odeur, et de plus celle de substances animales brûlées ; la matière s'est noircie, a blanchi ensuite, s'est ramollie, a laissé échapper quelques lueurs phosphoriques, et a donné enfin un globule opaque assez semblable à de la porcelaine, ne pesant pas la moitié de la matière employée.

L'eau bouillante paraît à peine l'attaquer : cependant, évaporée après une longue ébullition, et réduite à un

---

(1) M. Prevost a bien voulu nous communiquer cette analyse, ainsi que la note suivante. Nous nous permettons de n'en présenter que l'extrait, par défaut d'espace.

très-petit volume, elle a pris un goût très-acide, dû très-probablement à la présence de l'acide phosphorique. Une portion de cette liqueur a répandu en se desséchant une odeur de pomme brûlée et d'acide benzoïque : il a paru vraisemblable qu'elle contenait du sucre.

Un fragment de cette concrétion s'est dissous dans de l'acide nitrique très-faible ; il s'en est dégagé un grand nombre de bulles qui ne constituaient pas cependant une véritable effervescence, et il est resté un flocon de matière animale membraniforme. L'oxalate d'ammoniaque a formé, dans cette dissolution, un précipité abondant d'oxalate de chaux, et l'ammoniaque y a produit ensuite un nouveau précipité floconneux, blanc et opaque, plus abondant que le premier, qui s'est redissous facilement par l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique, et qui était de la magnésie.

Un autre fragment mis dans de l'acide sulfurique délayé s'y est dissous rapidement : la liqueur s'est troublée, et a laissé déposer une poudre grossière qui s'est dissoute en partie dans de l'acide phosphorique.

Il paraîtrait, d'après ces expériences, que la concrétion soumise à l'analyse est un composé de phosphate ammoniaco-magnésien et de phosphate de chaux, dans lequel le premier est beaucoup plus abondant que le second. Elle contient de plus, comme toutes les concrétions blanches de ce genre, une matière animale membraniforme. Il semblerait aussi qu'elle contient un peu de sucre et d'acide benzoïque ; mais on ne peut l'affirmer, et d'ailleurs ces deux substances,

à cause de leur petite quantité, n'y seraient qu'accidentelles.

Il est rare de rencontrer des concrétions de cette nature dans la vessie des animaux; tandis qu'elles sont assez communes dans celle de l'homme et dans les intestins des herbivores ou frugivores. Fourcroy en cite une semblable trouvée également dans la vessie d'une chienne. Il est à remarquer que ces deux animaux avaient été nourris à la manière de l'homme; ce qui prouve que la nature des alimens influe sur la nature de ces sortes de concrétions.

Sur *des Concrétions vésicales d'oxalate de chaux qui ne sont pas murales.*

Par MM. Martres, pharmacien, et B. Prevost.

Les concrétions dont il est ici question ont été rendues par un individu, tailleur de profession. Elles sont au nombre de cinq, du poids de 37 à 45 centigrammes, parfaitement unies et polies, de forme tétraédrique, à angles très-arrondis, brunes en dehors, très-difficiles à casser, d'un tissu dense, fin, susceptible de prendre le poli de l'ivoire, et offrant dans leur cassure des couches concentriques de différentes teintes.

Il semble, au premier abord, qu'elles ne sont point murales, parce qu'elles n'ont point l'apparence ru-

gueuse des pierres murales ordinaires; mais on ne peut douter qu'elles ne soient essentiellement formées d'oxalate de chaux. Elles se sont dissoutes dans l'acide muriatique, à l'aide de la chaleur, sans effervescence, et, quelques jours après, la solution a donné des cristaux assez gros, mais groupés confusément, parmi lesquels on a distingué comme des tables heptagones terminées en biseaux. On les a pris pour de l'oxalate de chaux, quoique l'analyse n'en ait pas été faite. L'eau pure, à l'aide de l'ébullition, et les alcalis ne dissolvent pas ces concrétions, qui blanchissent seulement en perdant leur matière colorante. Pour les faire rentrer dans la classe des calculs muraux ordinaires, il suffirait d'admettre qu'elles ont été primitivement réunies en une seule concrétion; qu'elles se sont détachées par une cause quelconque, et qu'elles se sont ensuite unies et polies en se frottant les unes contre les autres. Leur surface et les sections concentriques des couches par lesquelles elles étaient adhérentes rendent cette supposition probable.

HYDRATES *d'étain.*

En dissolvant l'étain dans de l'acide nitrique faible, il reste une matière blanche que l'on obtient pure en la lavant avec de l'eau. Desséchée à une température d'environ 55°, elle forme un hydrate blanc, demi-transparent, friable, à cassure vitreuse, qui est composé d'une proportion de peroxide d'étain et de deux d'eau, ou de 100 d'oxide et 24 d'eau.

L'oxide d'étain desséché à l'air libre sans l'application d'aucune chaleur artificielle forme un autre hydrate qui retient deux fois plus d'eau que le précédent. Il est remarquable par sa belle couleur blanche et son lustre soyeux qui le rendent très-agréable à l'œil. (Thomson, *Ann. of phil.* X. 149.)

Annonce *d'Ouvrages nouveaux.*

M. Orfila, connu de la manière la plus avantageuse en Europe par un excellent *Traité sur les Poisons*, et membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, vient de publier un ouvrage en deux volumes, sous le nom d'*Elémens de Chimie medicale* (1). Quoique ce titre semble annoncer que M. Orfila a eu pour principal objet de considérer les applications de la chimie à la médecine, son ouvrage n'en est pas moins un Traité élémentaire de chimie aussi complet que l'étendue de deux volumes peut le permettre. Il a été composé à la sollicitation des nombreux élèves en médecine et en pharmacie qui suivent les cours de M. Orfila, et nous ne doutons pas qu'il ne leur soit très-utile. Il serait à desirer que l'on vît ainsi plus souvent réunies, dans le même homme, les connaissances du médecin profond et celles du chimiste; car, malgré les déclamations de quelques esprits superficiels ou préve-

(1) A Paris, chez Crochard, libraire, rue de Sorbonne, n° 3.

nus, la physiologie attend ses progrès tout aussi bien des lois de l'affinité que de celles de l'organisation.

M. Thenard imprime, dans ce moment, la seconde édition de son *Traité de Chimie élémentaire, théorique et pratique*. Le prompt écoulement de la première la faisait attendre depuis long-temps.

M. Riffault imprime aussi une traduction de la dernière édition du *Système de Chimie* du Dr Thomson. Par suite d'arrangemens pris avec l'éditeur anglais, elle paraîtra presqu'en même temps que l'original.

Traité des Caractères physiques des pierres précieuses, pour servir à leur détermination lorsqu'elles ont été taillées; par M. l'abbé Haüy. A Paris, chez Mme Ve Courcier, rue du Jardinet.

Nous reviendrons sur cet ouvrage, pour faire connaître les nouveaux faits qu'il renferme.

Nous nous étions proposé de faire l'extrait détaillé d'un ouvrage déjà ancien de M. Magendie, qui se recommande, tant par le grand nombre de découvertes qu'il renferme que par l'esprit philosophique avec lequel tous les objets y sont traités; mais le défaut d'espace nous a empêchés jusqu'à présent d'acquitter notre dette envers l'auteur, et plus encore envers nos lecteurs, auxquels il est de notre devoir de faire connaître les bons ouvrages. Il a pour titre : *Précis élémentaire de Physiologie*, par F. Magendie. A Paris, chez Méquignon-Marvis, rue de l'Ecole-de-Médecine, no 9.

JOURS.	9 heures du matin			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	751,27	+12,6	88	750,[illegible]	+15,6	89	748,87	+19,5	88	752,21	+10,2	89	+19,5	+ 9,2	Pluie.	S. O.
2	758,36	+10,0	74	758,94	+12,4	60	758,94	+11,9	58	760,72	+ 6,5	71	+12,4	+ 5,0	Très-nuageux.	N.
3	759,58	+ 6,5	74	758,95	+ 9,5	56	757,89	+11,0	53	758,96	+ 6,7	79	+11,0	+ 2,5	Beau ciel.	N. E.
4	760,22	+ 9,7	74	760,23	+11,4	59	759,80	+12,0	50	760,44	+ 7,0	77	+12,0	+ 4,5	Petits nuages.	N. E.
5	761,59	+ 6,6	76	761,38	+10,6	51	761,42	+10,6	49	762,46	+ 6,3	77	+10,6	+ 3,0	Nuageux.	N. E.
6	761,43	+ 5,0	80	760,31	+ 9,0	69	759,64	+ 8,7	73	759,90	+ 8,2	79	+ 9,1	+ 2,2	Nuageux.	N. E.
7	758,76	+ 5,2	81	758,39	+ 9,2	69	757,77	+11,1	60	758,83	+ 6,5	81	+11,1	+ 2,7	Légers nuages.	N. E.
8	757,79	+ 6,0	84	757,18	+ 8,5	74	756,40	+10,6	71	756,06	+ 8,8	76	+11,0	+ 4,0	Couvert.	E. N. E.
9	755,19	+ 7,7	78	754,65	+11,0	69	753,74	+12,2	64	754,05	+ 8,7	77	+12,2	+ 4,2	Légers nuages.	E.
10	753,71	+ 9,7	81	753,55	+12,2	62	753,25	+14,5	54	753,65	+10,2	76	+14,5	+ 7,0	Nuageux.	E.
11	754,69	+ 7,7	86	754,43	+10,0	87	754,27	+ 9,6	79	756,10	+ 5,7	91	+10,0	+ 4,0	Couvert.	N.
12	756,53	+ 7,2	90	755,94	+ 9,5	82	755,42	+10,5	65	757,06	+ 5,7	86	+10,5	+ 3,0	Très-nuageux.	N. O.
13	761,89	+ 4,6	87	762,70	+ 8,0	70	762,45	+ 8,3	62	763,14	+ 7,5	79	+ 8,3	+ 1,7	Très-nuageux.	N. E.
14	763,46	+ 4,7	87	762,60	+10,5	67	761,58	+10,0	64	761,04	+ 5,6	71	+10,5	+ 0,7	Très-nuageux.	N. E.
15	758,46	+ 5,9	89	758,36	+10,0	65	746,81	+11,0	56	755,62	+ 6,2	96	+11,0	+ 1,2	Très-nuageux.	N. O.
16	754,00	+ 7,1	94	754,51	+ 8,4	89	754,60	+10,4	76	756,50	+ 6,0	88	+10,4	+ 5,5	Couvert.	S. S. E.
17	757,15	+ 5,0	76	756,08	+ 7,5	69	754,64	+ 9,5	59	754,[illegible]	+ 6,0	82	+ 9,5	+ 1,7	Quelques nuages.	N. E.
18	753,78	+ 4,5	96	754,27	+ 6,4	82	754,63	+ 6,4	79	754,15	+ 3,7	86	+ 6,9	+ 3,7	Couvert.	S.
19	755,49	+ 3,6	91	755,60	+ 5,7	83	755,52	+ 7,0	84	756,64	+ 5,5	94	+ 7,0	+ 3,2	Couvert.	S. O.
20	757,68	+ 3,5	88	757,44	+ 9,0	80	756,81	+10,7	64	757,00	+ 6,3	82	+10,7	+ 0,0	Beau ciel.	S. S. O.
21	755,91	+ 6,0	89	755,57	+10,7	57	754,55	+10,0	54	754,57	+ 5,7	79	+10,7	+ 4,2	Nuageux.	S.
22	754,45	+ 6,0	86	754,36	+10,4	73	753,60	+10,5	63	754,78	+ 5,9	81	+10,4	+ 5,0	Quelques nuages.	N. E.
23	753,82	+ 5,5	92	753,90	+ 4,7	89	753,96	+ 5,1	86	754,58	+ 5,5	94	+ 5,8	+ 4,7	Pluie.	N.
24	754,68	+ 6,0	92	754,65	+ [illegible],7	86	754,17	+ 8,7	79	754,76	+ 6,4	90	+ 8,7	+ 4,7	Brouillards.	N.
25	754,38	+ 5,9	93	754,30	+ 7,0	87	754,12	+ 7,2	82	754,50	+ 4,7	94	+ 7,2	+ 4,5	Brouillards.	N.
26	754,21	+ 4,9	93	753,96	+ 8,2	85	753,62	+ 7,7	80	752,52	+ 5,7	90	+ 8,2	+ 1,5	Brouillards.	S.
27	752,11	+ 5,7	92	752,88	+ 9,2	79	751,39	+10,5	69	749,73	+ 7,5	94	+10,5	+ 5,5	Couvert.	N.
28	748,86	+ 9,0	90	748,83	+11,9	68	748,19	+11,0	64	750,41	+ 5,9	83	+11,9	+ 5,7	Très-nuageux.	S. O.
29	753,00	+ 5,9	88	751,90	+10,5	80	751,22	+11,7	73	752,88	+ 5,6	89	+11,7	+ 2,2	Couvert	S.
30	750,52	+ 7,7	90	748,56	+ 9,0	9[illegible]	747,11	+10,6	94	749,56	+12,5	95	+12,6	+ 6,4	Pluie.	S.
31	753,74	+11,0	92	752,31	+13,9	92	753,00	+14,0	90	759,02	+ 8,0	87	+14,6	+ 6,5	Pluie.	S.
1	757,79	+ 7,9	79	757,37	+10,9	66	756,77	+12,2	62	757,73	+ 7,9	78	+12,3	+ 4,4	Moyennes du 1 au 10.	
2	757,31	+ 5,4	88	757,19	+ 9,6	77	755,67	+ 9,3	69	757,16	+ 5,8	85	+ 9,5	+ 2,5	Moyennes du 11 au 20.	
3	753,23	+ 6,7	91	752,84	+ 9,4	81	752,27	+ 9,7	76	753,17	+ 6,7	89	+10,2	+ 4,6	Moyennes du 21 au 31.	
	756,02	+ 6,7	86	755,71	+ 9,9	75	754,82	+10,4	69	755,93	+ 6,8	84	+10,7	+ 3,9	Moyennes du mois	+ 7,3.

MÉMOIRE

Sur l'Écoulement de l'éther et de quelques autres fluides par des tubes capillaires de verre.

PAR M. GIRARD.

(Lu à l'Académie des Sciences le 27 octobre 1817.)

LORSQUE j'ai rendu compte à l'Académie, au commencement de cette année, d'une suite d'expériences sur l'écoulement linéaire de différens fluides par des tubes capillaires de verre, je n'avais pas eu l'occasion de soumettre l'éther aux mêmes épreuves; je vais rapporter quelques observations sur l'écoulement de cette liqueur comparé à celui de l'alcool et de l'eau, dans le même tube et sous la même charge de fluide.

J'ai implanté horizontalement, dans la paroi verticale d'un vase cylindrique de cristal, de $0^m,031$ de diamètre, un tube de verre, de $0^m,939$ de longueur, et de $0^m,001767$ d'ouverture, le même dont je m'étais servi précédemment; j'ai tracé sur la surface du réservoir cylindrique deux traits horizontaux, l'un à 95, l'autre à 35 millimètres seulement au-dessus de l'orifice du tube; de sorte que ces deux traits étaient séparés l'un de l'autre par un intervalle de 60 millimètres.

Les différens fluides mis successivement en expérience ont été versés dans ce réservoir jusqu'au-dessus du trait supérieur que porte sa paroi; les laissant ensuite écouler librement par le tube capillaire horizontal qui y était implanté, on a observé le nombre de secondes que leur

surface a mis à s'abaisser de la hauteur de 60 millimètres, comprise entre les deux traits. De cette manière, il est sorti du vase, pendant chacune de ces observations, un même volume de liquide de 45 centimètres cubes $\frac{3}{10}$ à très-peu près; et, attendu la linéarité du mouvement, cet écoulement a eu lieu sous une charge moyenne de 65 millimètres.

La température des liquides, mesurée sur le thermomètre centigrade, était à 12 degrés pendant les expériences, dont voici le résultat :

1°. L'éther sulfurique à 60 degrés de l'aréomètre de Baumé s'est écoulé en 101 secondes; durée moyenne prise entre trois expériences consécutives, qui ne différaient que de quelques secondes entr'elles;

2°. L'alcool rectifié à 40 degrés du même aréomètre s'est écoulé en 856";

3°. L'eau distillée en 349".

On voit d'abord que les durées de l'écoulement d'un même volume de ces trois liquides croissent dans l'ordre suivant : éther, eau, et alcool; et dans les rapports de 101 à 349 et à 856.

On voit ensuite que les durées de l'écoulement de l'eau et de l'alcool, dans les observations que nous venons de rapporter, sont entr'elles précisément dans le même rapport que nous avions déjà conclu de nos expériences précédentes, faites sur ces deux liquides à la même température de 12 degrés : par conséquent, ces premières expériences et nos observations actuelles, qui ont eu lieu sous une charge différente, se confirment les unes par les autres.

Si l'on compare la durée de l'écoulement de l'eau à

celle de l'écoulement de l'éther, on voit qu'elles sont entr'elles dans le rapport de 349 à 101, ou d'environ 7 à 2; de sorte que le produit de l'écoulement de l'eau que, dans les mêmes circonstances, nous avions trouvé jusqu'à présent le plus considérable de tous, à l'exception du produit de l'écoulement de quelques dissolutions de nitrate de potasse à certaines températures, n'est à 12 degrés que les $\frac{2}{7}$ du produit de l'écoulement de l'éther.

Enfin, comparant les durées de l'écoulement de l'éther et de l'alcool, on observe qu'elles sont entr'elles comme 101 à 856, c'est-à-dire, à très-peu près dans le rapport de 2 à 17.

Ainsi, les produits de l'écoulement linéaire de l'éther et de l'alcool, deux fluides qui semblent se rapprocher par leurs pesanteurs spécifiques, leur degré de fluidité et leurs autres propriétés physiques, diffèrent beaucoup plus entr'eux qu'ils ne diffèrent respectivement du produit de l'écoulement linéaire de l'eau, qui est beaucoup plus dense, et qui semble n'avoir avec l'éther et l'alcool d'autre propriété commune que la liquidité.

Ces phénomènes ne peuvent être expliqués qu'en admettant, suivant notre théorie, qu'une couche de ces fluides reste adhérente à la paroi intérieure du tube, et en restreint plus ou moins l'ouverture, selon qu'elle est plus ou moins épaisse; ce qui dépend du degré d'affinité ou de l'attraction mutuelle du fluide et de la matière du tube.

Le diamètre de ce tube étant diminué de la double épaisseur de la couche fluide qui le tapisse intérieurement, la force retardatrice par laquelle l'action de la gravité est contre-balancée dans le filet fluide en mou-

vement n'est plus due, comme cela suit évidemment de la même théorie, qu'à la cohésion des molécules de la surface de ce filet lorsqu'il se détache de la couche immobile sur laquelle il glisse.

Ceci nous conduit à rappeler que les produits de l'écoulement des liquides par lesquels la matière des tubes est susceptible d'être mouillée se trouvent toujours modifiés par deux causes essentiellement distinctes. L'une est l'affinité du fluide et de la matière du tube; affinité en vertu de laquelle le diamètre de celui-ci subit une réduction plus ou moins forte : l'autre est la cohésion mutuelle des molécules fluides.

Appliquant ces considérations à l'écoulement de l'éther, dont la durée n'est que les $\frac{2}{7}$ environ du temps employé à l'écoulement d'un même volume d'eau, et un peu moindre que les $\frac{2}{17}$ seulement du temps employé à l'écoulement d'un même volume d'alcool, il resterait à rechercher comment les deux causes distinctes que nous venons d'indiquer agissent séparément pour occasionner cette différence dans le produit de l'écoulement de l'éther, comparé à celui de l'eau et de l'alcool.

Cette différence provient-elle en effet de ce que l'action de la surface du verre s'étendant à une très-petite distance sur l'éther qui est en contact avec elle, l'épaisseur de la couche de ce fluide qui tapisse l'intérieur du tube est beaucoup moindre que l'épaisseur de la couche d'eau ou d'alcool qui le tapisse à la même température, ce qui laisse réellement à ce tube une ouverture d'autant plus grande? Ou provient-elle de ce que la cohésion des molécules d'éther entr'elles est très-petite? La facilité avec laquelle cette liqueur se vaporise porte natu-

rellement à croire que ces deux causes concourent à augmenter le produit de son écoulement ; car nous avons fait voir ailleurs que lorsque l'eau, par exemple, est au moment de se réduire en vapeurs, ce qui la rapproche de l'état habituel de l'éther, la couche d'eau qui tapisse l'intérieur du tube est extrêmement mince. D'un autre côté, il est clair que les molécules d'un liquide quelconque sont d'autant plus distantes, et par conséquent d'autant moins adhérentes entr'elles, que ce fluide est plus près de passer à l'état aériforme ; il est donc extrêmement probable que la couche d'éther qui tapisse l'intérieur du tube, et qui lui reste adhérente pendant le mouvement, est plus mince que la couche d'eau ou d'alcool qui la tapisse à la même température, en même temps que la cohésion des molécules d'éther entr'elles est moindre que celles des deux autres liquides.

Or, toutes nos expériences concourent à prouver que l'action de la surface intérieure d'un tube sur un fluide quelconque qui a la propriété de le mouiller, et l'action de ce fluide sur lui-même, sont d'autant moindres que sa température est plus élevée : ainsi, pour parvenir à distinguer l'influence respective de ces deux actions dans les phénomènes du mouvement linéaire de l'éther, il fallait mesurer les produits de l'écoulement de cette liqueur à différentes températures.

Nous venons de dire qu'un volume de 45 centimètres cubes d'éther, à 12 degrés du thermomètre centigrade, s'écoule de notre appareil en 101 secondes.

Ayant élevé cette liqueur à 30 deg., le même volume s'écoula en 90".

Enfin, à 43 deg., il s'écoula en 80.

A cette température, l'éther entrait en ébullition ; par conséquent la couche adhérente à l'intérieur du tube était infiniment mince, et il n'éprouvait de résistance à son mouvement que celle due à la cohésion de ses parties, ou, ce qui revient au même, à leur viscosité.

En concluant des expériences que nous avons rapportées, dans nos précédens Mémoires, sur l'écoulement de l'eau à 99 degrés de température, la durée de l'écoulement d'un volume de 45 centimètres cubes de ce liquide à la même température, dans l'appareil que nous avons décrit au commencement de celui-ci, on trouve cette durée de 107″.

Ainsi, les viscosités spécifiques de l'eau et de l'éther, au moment où chacune de ces deux liqueurs entre en ébullition, sont entr'elles dans le rapport de 107″ à 80″; et comme nous avons trouvé celle de l'eau représentée alors par le nombre $0^m,00068878$, il s'ensuit que celle de l'éther pris au moment de bouillir doit être représentée par 0,00051497.

Or, nous avons démontré ailleurs que la cohésion mutuelle des molécules d'un même fluide à différentes températures croissait, comme le cube des densités de ce fluide, à ces températures différentes. Si donc nous connaissions la loi de variabilité des densités de l'éther entre les deux limites de son état liquide, il nous serait facile de déterminer sa viscosité à 12 et à 30 degrés du thermomètre centigrade, et par suite, l'épaisseur de la couche de cette liqueur qui tapissait l'intérieur du tube pendant nos expériences à ces températures; ce qui nous permettrait d'attribuer leurs effets respectifs à chacune des deux causes qui modifient le mouvement linéaire

de l'éther. Mais les physiciens ne s'étant point occupés jusqu'à présent de rechercher la loi de variabilité des densités de l'éther entre les deux limites de sa liquidité, nous manquons des données nécessaires pour assigner sa viscosité à une température quelconque, et par conséquent pour déterminer avec précision l'épaisseur de la couche de ce liquide qui, à cette température, reste adhérente à la paroi intérieure du tube capillaire où il se meut.

Ce que nous venons de dire montre assez combien il serait important de connaître la loi suivant laquelle varie la densité des différens liquides qu'on est dans le cas de mettre à l'épreuve depuis le premier jusqu'au dernier terme de leur liquidité. Le travail que l'on entreprendrait pour la détermination de cette loi ne serait pas seulement utile dans l'espèce de recherche qui nous occupe; mais il le serait encore, comme nous aurons occasion de le faire voir dans un prochain Mémoire, pour la discussion d'une multitude de phénomènes où des molécules de substances solides se trouvent suspendues dans des liquides susceptibles de mouiller leurs surfaces. En attendant que la science soit plus avancée sur ce point, il convient de développer ici une considération importante d'après laquelle il est indispensable d'ordonner entr'eux les résultats du travail que nous venons d'indiquer.

La force plus ou moins grande avec laquelle les molécules intégrantes de différens liquides s'attirent mutuellement, ou adhèrent les unes aux autres, constitue leur viscosité spécifique; mais la viscosité d'un même liquide varie avec la température depuis le terme de sa *congélation*, où cette viscosité est parvenue à son *maximum*, jusqu'à celui de sa *vaporisation*, où elle est parvenue à son *minimum*.

Les termes de la congélation et de la vaporisation de différens fluides indiqués sur une échelle thermométrique quelconque à des points différens, sont néanmoins semblablement placés sur la portion de cette échelle dans laquelle chacun de ces fluides existe à l'état liquide, puisque ces points sont les deux extrémités de cette portion d'échelle, et qu'ils indiquent le passage de chacun de ces liquides, soit à l'état solide, soit à l'état aériforme: ainsi, l'on peut déterminer la viscosité spécifique des liquides en les considérant à leur dernière limite, vers l'un de ces états; mais par cela même que ces dernières limites ne correspondent point, pour tous les fluides, au même degré du thermomètre, on conçoit que les mêmes degrés de température ne peuvent servir à indiquer des degrés de viscosités comparables dans des fluides dont les états de liquidité ne sont point renfermés sur l'échelle thermométrique entre des limites communes, ou, pour abréger, qui n'ont point *le même intervalle thermométrique*.

Par exemple, les deux termes extrêmes de l'état liquide de l'eau sont indiqués par zéro et 100 degrés sur le thermomètre centigrade.

On sait, d'un autre côté, que l'éther se congèle et se cristallise à 43,75 degrés au-dessous de zéro, et qu'il entre en ébullition à 41$^{\text{deg.}}$,25 au-dessus.

L'état liquide de l'eau s'étend donc dans un intervalle de 100 degrés, et l'état liquide de l'éther dans un intervalle de 85; mais comme l'origine de ce second intervalle est reculée de 43$^{\text{deg.}}$,75 au-dessous de l'origine du premier, il s'ensuit que le 12e degré au-dessus de zéro correspond aux $\frac{12}{100}$ de l'intervalle entier compris entre

les deux limites de la liquidité de l'eau, et aux $\frac{55}{85}$ ou aux $\frac{65}{100}$ à très-peu près de l'intervalle compris entre les deux limites de la liquidité de l'éther. Lorsque nous avons comparé les produits de l'écoulement de l'eau et de l'éther à la température fixe de 12 degrés, ces deux fluides n'étaient donc point semblablement placés sur l'intervalle thermométrique dans lequel ils existent à l'état liquide, et par conséquent les produits de leur écoulement, en tant qu'ils dépendent de la viscosité des fluides et de leur affinité avec la matière du tube, ne sont pas plus comparables entr'eux que si, dans l'hypothèse où l'état de liquidité de l'eau et de l'éther aurait les mêmes limites sur l'échelle thermométrique, ces produits d'écoulement eussent été comparés à des degrés différens de température.

Pour rendre comparables les produits de l'écoulement de l'eau et de l'éther entre les deux limites de leur liquidité, il faut donc prendre ces deux liquides à des degrés de température qui soient semblablement placés sur la partie de l'échelle thermométrique dans l'étendue de laquelle ils existent à cet état. Ainsi, lorsque l'éther mis en expérience est à 12 degrés du thermomètre, il faut que la température de l'eau qu'on veut lui comparer soit portée à 65 degrés.

J'ai en conséquence élevé l'eau à cette température dans notre appareil, et j'ai observé que sa surface employait 135″ à descendre de la hauteur comprise sur la paroi du réservoir entre les deux indices parallèles qui y sont tracées.

Les durées de l'écoulement d'un même volume d'eau et d'éther, placés l'un et l'autre aux $\frac{65}{100}$ de l'intervalle

thermométrique dans lequel ils existent à l'état liquide, sont donc entr'elles comme 135 et à 101.

Nous avons trouvé plus haut qu'au terme de cet intervalle le plus voisin de leur vaporisation, les durées de l'écoulement de ces deux liquides étaient entr'elles comme 107 et 80, c'est-à-dire, précisément dans le même rapport que les nombres 135 et 101, par lesquels sont exprimés en secondes les temps de leur écoulement aux $\frac{65}{100}$ de leurs *intervalles thermométriques* respectifs.

Comparant de même l'expérience que nous avons faite sur l'écoulement de l'éther à 30 degrés de température, c'est-à-dire, aux $\frac{87}{100}$ à très-peu près de son *intervalle thermométrique*, à une expérience faite sur l'écoulement de l'eau à 87 degrés, on a trouvé la durée de l'écoulement de l'éther de 90″, et celle de l'eau de 121″, nombres qui sont encore entr'eux précisément dans le même rapport de 80 à 107 et de 101 à 135; d'où l'on peut conclure que les durées d'écoulement d'un même volume d'eau et d'éther par un même appareil sont proportionnelles entr'elles lorsque ces écoulemens ont lieu à des points de température semblablement placés sur les échelles thermométriques de ces deux liquides.

Les mêmes raisonnemens que nous venons de faire sur l'éther sont évidemment applicables à l'alcool quand on compare son écoulement linéaire à celui de l'eau. En effet, suivant les observations faites en Laponie par Maupertuis et l'abbé Outhier, l'alcool se congèle à 31°,5 au-dessous de zéro du thermomètre de Réaumur (1); ce qui revient à 40° du thermomètre centigrade.

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, pour l'année 1737, page 419.

On sait de plus que cette liqueur entre en ébullition à 83 degrés du même thermomètre.

L'étendue de l'échelle thermométrique dans laquelle se renferme la liquidité de l'alcool est donc de 123 degrés ; tandis que la liquidité de l'eau se renferme dans une étendue de 100 degrés seulement ; mais comme l'origine du premier intervalle se trouve reculée de 40 degrés au-dessous de l'origine du second, il s'ensuit que le terme fixe de 12 degrés qui indique la température commune à laquelle nos expériences ont été faites, est placé au $\frac{52}{123}$ ou au $\frac{40}{100}$ du premier espace, tandis qu'il est placé au $\frac{12}{100}$ seulement du second. Pour rendre comparable l'écoulement de l'eau à celui de l'alcool à 12 degrés, il faut donc élever le premier de ces liquides à 40 degrés.

Il résulte de l'expérience que nous en avons faite que la durée de l'écoulement du même volume de 45 centimètres cubes d'eau à cette température est de 191 secondes.

Ainsi, les durées de l'écoulement de l'alcool et de l'eau aux $\frac{40}{100}$ de leurs *intervalles thermométriques* respectifs sont entr'elles comme 856 et 191 ; tandis qu'elles sont comme 856 à 349 à la température fixe de 12 degrés.

On sait que les durées de l'écoulement de différentes liqueurs sont proportionnelles à leurs viscosités spécifiques au moment où elles entrent en ébullition.

Pour déterminer celle de l'alcool, j'ai élevé sa température à 80 degrés, et j'ai trouvé 300″ pour la durée de l'écoulement d'un volume de 45 centimètres cubes $\frac{3}{10}$.

La durée de l'écoulement de l'eau, au moment de bouillir, avait été trouvée précédemment de 107″. Ainsi, les viscosités spécifiques de l'eau et de l'alcool, au der-

nier terme de leur état liquide le plus près de leur vaporisation, sont entr'elles comme les nombres 107 et 300; d'où l'on voit que l'*alcool est réellement plus visqueux que l'eau*; ce qui est contraire à ce que les physiciens avaient généralement admis jusqu'ici.

Qu'on se rappelle maintenant que les durées de l'écoulement de l'eau et de l'alcool observées au $\frac{40}{100}$ de leurs intervalles thermométriques sont entr'elles dans le rapport de 191 à 856 : or, ce rapport est beaucoup moindre que celui de 107 à 300 que nous avons trouvé au terme de leur vaporisation. La proportionnalité que nous avons eu occasion de remarquer entre les écoulemens de l'eau et de l'éther à des points semblablement placés sur leur échelle n'existe donc point entre les écoulemens de l'eau et de l'alcool; de sorte que si l'on décrit sur les intervalles thermométriques de chacune de ces trois liqueurs, pris pour axes des abscisses, des courbes ayant pour ordonnées les durées d'écoulement correspondantes aux différens points de ces intervalles, les deux courbes de l'eau et de l'éther marcheront à très-peu près parallèlement entr'elles; tandis que la courbe de l'alcool, à partir du terme de la vaporisation de cette liqueur, s'éloignera de son axe avec une rapidité beaucoup plus grande, et telle que si nous avions pu faire descendre la température de cette liqueur à des degrés de froid voisins du terme de sa congélation, il est extrêmement probable qu'avant d'arriver à ce terme le mouvement de l'alcool aurait cessé dans notre tube, soit par l'augmentation d'épaisseur de la couche qui serait restée adhérente à sa paroi, soit par l'accroissement de viscosité que la liqueur aurait acquis. L'alcool est donc d'autant moins propre à indiquer la

température dans les degrés inférieurs voisins de sa congélation, que le tube du thermomètre à la formation duquel il servirait serait plus capillaire; car, par la même raison que des dissolutions salines se cristallisent dans ces tubes à des températures plus élevées que celles auxquelles la cristallisation a lieu lorsque ces dissolutions sont contenues dans de grands vases, et que l'eau dont la transparence est troublée par la suspension de molécules argileuses se gèle plus tôt que lorsqu'elle est parfaitement limpide, la congélation de l'alcool, dans un tube de thermomètre, doit s'opérer avant que le froid descende au degré qui la produirait si cette liqueur était contenue dans un espace indéfini.

Cette remarque prouve, pour le dire en passant, qu'un thermomètre ne peut jouir de toute la sensibilité à laquelle il serait desirable qu'il parvînt, à moins que la liqueur employée dans sa construction ne soit tout-à-fait dénuée de la faculté de mouiller les parois du tube de cet instrument, et c'est ce qui donne encore au thermomètre à mercure un avantage précieux sur tous les autres, puisque, comme nos expériences le prouvent, cette liqueur a la propriété de se mouvoir dans les tubes capillaires de verre avec la même facilité, à quelque température que ce soit.

Nous venons de dire que la viscosité de l'eau et celle de l'alcool sont entr'elles comme les nombres 107 et 300; ainsi, la première ayant pour expression 0,00068878, la seconde sera exprimée par 0^{m},00193116.

J'ai voulu déterminer, par des expériences analogues à celles que je viens de rapporter, la viscosité du lait.

Voici les résultats de ces expériences : la durée de

l'écoulement d'un volume constant de 45 centimètres cubes a été, à 14 degrés de température, de 642";

à 27 degrés, de 454;

à 57 degrés, de 254;

enfin, à 85 degrés, terme le plus près de l'ébullition qu'on ait pu atteindre, de . . . . 189.

Ainsi, la viscosité du lait à ce terme est à celle de l'eau, dans le rapport de 189 à 107, ou bien exprimée par $0^m,00121850$.

Les viscosités spécifiques, ou les forces avec lesquelles adhèrent entr'elles les molécules des divers fluides que nous avons soumis à l'épreuve, à l'état de liquidité le plus voisin de l'ébullition, sont donc :

1°. Pour l'éther,	0,00051;
2°. Pour l'eau,	0,00068678;
3°. Pour le lait,	0,00121850;
4°. Pour l'alcool,	0,00193116;

la gravité terrestre étant représentée par 9,8087 95; car j'ai démontré, dans un de mes précédens Mémoires, que ces forces d'adhérence étaient de la même nature que la gravité, et par conséquent devaient être exprimées en unités ou fractions d'unité de même espèce.

Après avoir ainsi déterminé les viscosités de l'éther, de l'eau, du lait et de l'alcool, j'ai plongé successivement un même tube capillaire d'un millimètre de diamètre à très-peu près dans ces différentes liqueurs, à la température de 12 à 13 degrés, et j'ai trouvé qu'elles s'élevaient au-dessus de leur niveau, dans l'ordre suivant :

1°. L'éther, de	mil. 6,76;
2°. L'alcool, de	9,02;
3°. Le lait, de	11,27;
4°. Enfin, l'eau, de	13,53.

Or, cet ordre est très-différent, comme on voit, de celui des viscosités spécifiques de ces mêmes fluides; ce qui s'accorde évidemment avec l'opinion générale des physiciens et des géomètres, suivant laquelle l'élévation des liqueurs au-dessus de leur niveau dans les tubes capillaires ne dépend pas seulement de la viscosité de ces liqueurs, mais encore de leur degré d'affinité avec la substance solide du tube où le phénomène se manifeste.

MÉMOIRE

Sur l'Acide sorbique et sur ses diverses combinaisons.

PAR M. HENRI BRACONNOT.

Lu à la Société royale des Sciences de Nancy le 6 novembre 1817.

OCCUPÉ de recherches sur l'acide malique, et voyant que, par tous les moyens connus jusqu'à présent, on n'était pas encore parvenu à l'obtenir d'une pureté parfaite, j'espérais pouvoir arriver à ce but en profitant d'une observation de Schéele, qui assure que le malate

de zinc donne de beaux cristaux; en conséquence j'en composai une certaine quantité qu'il me fut facile de bien purifier; mais je ne tardai pas à m'apercevoir que l'acide de ce sel avait des propriétés fort différentes de celles qu'on avait attribuées à l'acide malique. J'en avais déjà étudié les principales lorsque j'appris que M. Donovan avait annoncé, dans les *Transactions philosophiques* de 1815, l'existence d'un nouvel acide qu'il nomma *sorbique* (1), parce qu'il le trouva plus particulièrement dans le fruit des sorbiers; dès-lors je ne doutai plus que mon sel de zinc cristallisé ne fût un sorbate. J'avais fait aussi, à la même époque, quelques expériences sur l'acide du *sempervivum tectorum*, comme étant le moins impur qu'on ait pu se procurer jusqu'à présent; mais je trouvai aussi qu'indépendamment de la matière colorante brune que je suis parvenu à lui enlever, il était formé de deux acides distincts, quoique MM. Vauquelin et Donovan ne le reconnaissent que comme de l'acide malique pur. Bien que M. Donovan ait publié ses observations avant les miennes, je n'ai pas cru devoir les discontinuer, et j'ai même répété ses expériences.

Pour obtenir l'acide sorbique, M. Donovan précipite le suc des baies du sorbier des oiseleurs par l'acétate de plomb, lave à l'eau froide le précipité sur un filtre, et y verse ensuite une très-grande quantité d'eau bouillante qui est reçue dans différentes jarres, pour recueillir les derniers lavages incolores, qui fournissent, par le repos

(1) *Voyez* les *Annales de Chimie et de Physique* de MM. Gay-Lussac et Arago, mars 1816.

des cristaux soyeux de sorbate de plomb : la masse primitive restée sur le filtre est traitée plusieurs fois successivement par l'acide sulfurique, l'acétate de plomb et l'eau chaude; et malgré tout cela, comme l'observe l'auteur, les cristaux réunis ne forment pas encore une quantité de matière considérable ; il en dégage l'acide sorbique par l'acide sulfurique et par l'hydrogène sulfuré.

Ce procédé, outre qu'il est long, m'a paru très-défectueux, en ce qu'on est obligé de rejeter la majeure partie du sorbate de plomb qu'on obtient, parce qu'il adhère fortement à la matière colorante; en sorte que le seul dont on puisse tirer parti, c'est-à-dire, celui qu'on obtient des derniers lavages incolores à l'eau bouillante, ne peut fournir qu'une infiniment petite quantité d'acide d'une pureté passable. J'ai donc cru devoir suivre une autre route pour parvenir à extraire presqu'entièrement et à l'état de pureté l'acide sorbique des fruits du sorbier des oiseleurs, et je crois y être parvenu par les procédés suivans.

Procédé pour obtenir l'acide sorbique.

Prenez des fruits du sorbier des oiseleurs, *sorbus aucuparia*, Lin. (1), un peu avant leur parfaite maturité; broyez-les dans un mortier de marbre, et, à l'aide d'une forte pression, exprimez-en le jus; faites-le bouillir dans

(1) Cet arbre charmant croît naturellement dans presque tous les bois de la France; il est peu de jardins d'ornement où on ne le multiplie pour l'élégance de son port, ses fleurs et la quantité de ses fruits d'un rouge vif, qui contrastent admirablement avec son feuillage sur la fin de l'été.

une bassine, et projetez-y du carbonate de chaux jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus d'effervescence; évaporez jusqu'en consistance de sirop, en ayant soin d'enlever l'écume à mesure qu'elle se forme : il ne tarde pas à se précipiter un sel grenu assez abondant de sorbate de chaux qui adhère fortement à la bassine, si l'on n'a la précaution d'agiter de temps en temps; au bout de quelques heures, décantez le liquide sirupeux surnageant le sorbate de chaux (1), que vous laverez avec un peu d'eau froide, après quoi vous le presserez dans du linge usé pour bien le sécher. Ce sel a une légère teinte de fauve qui indique qu'il n'est pas bien pur; faites-le bouillir pendant un quart d'heure avec un poids égal au sien de sous-carbonate de soude cristallisé étendu d'une certaine quantité d'eau, il en résultera un sorbate neutre de soude, sali par une matière colorante rouge : pour lui enlever cette matière, faites-le chauffer pendant quelques minutes avec de l'eau de chaux ou un peu de lait de chaux qui s'emparera de la matière colorante, et laissera le sorbate de soude intact; filtrez la liqueur, qui passera limpide et incolore; faites-y passer un courant

(1) Sur la fin de l'évaporation, il se dégage une vapeur qui irrite fortement les yeux et les narines. Si on distille à une chaleur ménagée ce suc ainsi évaporé en consistance de sirop, on obtient une liqueur extrêmement âcre, due, à ce qu'il me paraît, à une huile volatile d'une nature particulière. Cette eau distillée agirait infailliblement comme un poison si elle était prise intérieurement. Cependant il est de fait que les grives, les merles et presque tous les oiseaux sont avides des fruits de ce sorbier.

de gaz acide carbonique pour en séparer la chaux qu'elle contient, puis vous y verserez du sous-acétate de plomb qui y formera un précipité très-blanc de sorbate de plomb, duquel, après l'avoir bien lavé, vous dégagerez l'acide sorbique par le moyen de l'acide sulfurique affaibli, aidé de la chaleur.

On parvient aussi à obtenir cet acide en décomposant partiellement le sorbate de chaux impur par l'acide sulfurique; il en résulte un sur-sorbate de chaux facilement cristallisable que l'on peut avoir dans un grand état de pureté; on le dissout dans l'eau tiède, et on le décompose par l'acide sulfurique affaibli jusqu'à ce qu'il n'y forme plus de précipité; mais il faut redissoudre l'acide sorbique dans l'alcool pour en séparer les dernières portions de sulfate de chaux. On pourrait même dégager entièrement l'acide sorbique par l'acide sulfurique du sorbate de chaux neutre; alors il faut préalablement en séparer la matière colorante, et on y réussit en le faisant redissoudre dans une quantité d'eau bouillante et cristalliser une seconde fois : il est alors très-blanc.

L'acide sorbique est vraisemblablement fort répandu dans les végétaux : je l'ai trouvé en quantité notable dans le verjus, lequel renferme une assez grande quantité d'acide citrique, ainsi que l'avaient observé Schéele et M. Proust; mais, comme ce dernier de ces chimistes, je n'ai pu y constater la présence de l'acide malique.

Pour séparer l'acide citrique de l'acide sorbique du suc des raisins verts, il suffit de saturer ce suc bouillant avec de la craie; le citrate de chaux se précipite comme étant le moins soluble : on décante la liqueur

surnageante et on la fait évaporer; il se forme un nouveau dépôt grenu de sorbate de chaux, moins abondant que le précédent; on le lave avec un peu d'eau pour en séparer la matière sucrée qui lui est adhérente, et on le décompose avec l'acide sulfurique.

L'acide sorbique obtenu par l'un ou l'autre de ces procédés est d'une grande pureté; il est incristallisable et attire l'humidité de l'air. Suivant M. Donovan, son aigreur est telle qu'elle cause une sensation très-pénible sur les organes du goût; mais je n'ai point trouvé que sa saveur fût plus forte que celle des acides végétaux anciennement connus; même elle m'a paru un peu moindre que celle de l'acide tartrique. Comme ce dernier, l'acide sorbique répand en brûlant une odeur de caramel.

Caractères des Sorbates.

Les sorbates ont en général de l'analogie avec les tartrates par la propriété qu'ils ont de se combiner avec un excès d'acide qui souvent diminue leur solubilité; mais comme l'acide sorbique est incristallisable, il doit nécessairement former des sels plus solubles que ceux qui sont produits avec les mêmes bases par l'acide tartrique, dont la disposition à prendre l'état solide en se transmettant à ses combinaisons concourt à diminuer leur solubilité; en sorte qu'on peut établir que quand l'acide tartrique formera avec une base un sel peu soluble, l'acide sorbique pourra former avec celle-ci un sel cristallisable; et lorsqu'un tartrate sera incristallisable, à plus forte raison le sorbate de la même base le sera aussi.

Dans les sorbates, 100 parties d'acide sorbique satu-

rent une quantité de base qui contient 11 d'oxigène, ou approchant. La capacité de saturation de l'acide tartrique est plus considérable; elle est évaluée par M. Berzelius à 11,94. Suivant le même chimiste, celle de l'acide citrique est 13,588, celle de l'acide acétique 15,43, et celle de l'acide oxalique 22,062.

Les sur-sorbates contiennent exactement deux fois autant d'acide que les sorbates neutres.

Tous les sorbates et sur-sorbates se boursoufflent plus ou moins au feu, et ont en général une disposition à adhérer aux vases sur lesquels ils cristallisent.

Sorbates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

Ces sels ont été examinés par M. Donovan; ils sont incristallisables et très-solubles; mais un excès d'acide les rend susceptibles de cristalliser. Je n'ai pas besoin d'observer que les tartrates de potasse, de soude et d'ammoniaque se comportent d'une manière analogue avec un excès de leur acide pour former des sur-sels moins solubles que leurs combinaisons neutres.

Sorbate de chaux.

J'ai obtenu ce sel neutre cristallisé en versant du muriate de chaux dans une dissolution de sorbate de soude. Il ne se forme pas d'abord de précipité, quoique la liqueur ne soit pas fort étendue d'eau; mais, quelque temps après le mélange, le sorbate de chaux se dépose sous la forme de cristaux grenus transparens, dont je n'ai pu exactement déterminer la forme. Ce sel est inaltérable à l'eau et ne contient point d'eau de cristallisation; projeté sur un

charbon ardent, il se boursouffle à peine et se décompose. Il exige 147 parties d'eau à la température de 12° centigrades pour se dissoudre (1). Cette dissolution a une saveur légèrement salée, analogue à celle du nitrate de potasse étendu d'eau. L'acétate de plomb et le nitrate de mercure y forment aussitôt des précipités blancs; l'acide sulfurique n'y produit point de changement apparent au moment du mélange; mais quelque temps après il se forme un précipité cristallin de sulfate de chaux.

L'eau chaude a une action dissolvante plus marquée sur le sorbate de chaux; car moins de 65 parties de ce liquide bouillant ont suffi pour en dissoudre une de ce sel; mais la liqueur n'a point donné de cristaux par le refroidissement, même au bout de plusieurs jours, et ce n'est que par l'évaporation spontanée que le sel a cristallisé.

Le sorbate de chaux est décomposé partiellement par les alcalis, et entièrement par les carbonates de potasse, de soude et d'ammoniaque. Si, dans une dissolution bien saturée de ce sel, on verse un excès d'eau de chaux, il se forme un précipité blanc floconneux de sous-sorbate de chaux.

---

(1) J'ai déterminé la solubilité des sorbates cristallisables en pesant une quantité de chacun de ces sels réduits en poudre fine, et l'agitant de temps en temps pendant quelques jours avec une quantité d'eau connue; en jetant la liqueur avec le sel qui a refusé de se dissoudre sur un filtre dont je connaissais le poids, et que j'ai pressé dans du papier brouillard, puis séché, il m'a été facile de connaître la quantité de sel qui s'est dissoute dans l'eau, à une température déterminée.

2 grammes de sorbate de chaux bien desséché ont été brûlés dans un creuset de platine; le résidu, humecté et soumis de nouveau à l'action d'une forte chaleur, a laissé 0g,56 de chaux vive très-pure. Ce sel est donc composé de la manière suivante :

Acide sorbique,	72	100;
Chaux,	28	38,89.
	100.	

Ces 38,89 de chaux contiennent 10,952 d'oxigène, en supposant que cette terre est formée de 71,84 de calcium et 28,16 d'oxigène.

Sur-Sorbate de chaux.

J'ai obtenu ce sur-sel en faisant dissoudre, à l'aide d'une douce chaleur, du sorbate de chaux dans de l'acide sorbique. Lorsqu'il a cristallisé lentement il offre de très-beaux cristaux qui présentent des prismes parfaitement limpides, à six faces, dont deux plus larges, opposées, sont terminées par un sommet en biseau. Ce sel a une saveur acide plus forte que le sur-tartrate de potasse; il est aussi plus soluble, puisque 50 parties d'eau à 12° centigr. suffisent pour le dissoudre.

Si on ajoute à cette liqueur du sous-carbonate de soude, elle se trouble à peine, même si on la fait bouillir. Si, dans une autre dissolution du même sel dans l'eau tiède, on verse de la potasse pure, il se forme un précipité insoluble de sous-sorbate de potasse et de chaux, et la liqueur surnageante renferme une combinaison incristallisable d'acide sorbique, de potasse et de chaux. Le sur-

sorbate de chaux se combine aussi aux autres oxides métalliques et forme des sels triples.

1g,82 de sur-sorbate de chaux cristallisé, exposés à la chaleur dans une capsule, se sont facilement fondus dans leur eau de cristallisation en se boursoufflant beaucoup; il est resté un résidu diaphane d'apparence gommeuse, du poids de 1g,41 : 100 parties de ce sel cristallisé contiennent donc 22,53 d'eau de cristallisation. Ces 1g,41 de sel bien desséché ont été redissous dans un peu d'eau chaude, et on y a versé un léger excès d'acide sulfurique pour précipiter la chaux; le mélange étendu d'une quantité d'alcool a été filtré, et le sulfate de chaux desséché et rougi pesait 0g,554, qui contiennent 0g,23 de chaux; d'où il suit que le sur-sorbate de chaux est composé de :

Acide sorbique,	65,48	84,53	100;
Chaux,	11,99	15,47	19,483;
Eau,	22,53.		
	100,00	100,00.	

Mais $19{,}483 \times 2 = 38{,}966$, nombre qui n'est pas fort éloigné de 38,89; quantité de chaux qui sature 100 parties d'acide dans le sorbate neutre. Ainsi, le sur-sorbate de chaux contient exactement deux fois autant d'acide que le sorbate neutre.

Sur-Sorbate de chaux et d'ammoniaque.

Quoique l'acide sorbique ait une grande tendance à former des sels triples, j'ai négligé d'examiner ces sortes de combinaisons. J'indique le sur-sorbate de chaux et

d'ammoniaque parce qu'il s'est présenté comme de lui-même; je l'ai obtenu en ajoutant de l'ammoniaque à une dissolution de sorbate de chaux dans un grand excès d'acide sorbique, évaporant la liqueur jusqu'en consistance épaisse, et faisant redissoudre le résidu dans l'eau. Lorsque la cristallisation s'est faite lentement, on obtient de fort beaux cristaux qui ont précisément la même forme que le sur-sorbate de chaux, c'est-à-dire, des prismes périhexaèdres plus ou moins aplatis, dont les deux faces opposées sont adjacentes à deux petites facettes terminales.

Les alcalis fixes dégagent l'ammoniaque de ce sel; mais l'acide oxalique n'en sépare qu'une infiniment petite quantité de chaux, suffisante cependant pour lui imprimer la même forme cristalline que celle du sur-sorbate de chaux.

Sorbates de strontiane.

L'acide sorbique forme avec la strontiane un sel facilement soluble dans l'eau froide : si la liqueur est évaporée lentement, on obtient une masse blanche, opaque, grenue, légèrement cristalline; mais si l'évaporation n'a pas été ménagée, ce sel se présente sous la forme d'une gomme. Le sorbate de strontiane est inaltérable à l'air : si, dans sa dissolution suffisamment concentrée, on verse un excès d'acide sorbique, il se forme un précipité cristallin de sur-sorbate de strontiane : ce dernier, pressé dans du papier brouillard pour lui enlever l'excès d'acide étranger à sa constitution, est médiocrement soluble dans l'eau froide. L'eau bouillante le dissout assez bien, et la

liqueur cristallise par le refroidissement. Ce sel acidule, chauffé dans une capsule jusqu'au point où il commence à se décomposer, ne s'est point fondu.

Sorbates de baryte.

En saturant de l'acide sorbique étendu d'eau avec de l'eau de baryte et en faisant évaporer, on voit se former des pellicules qui se précipitent au fond de la liqueur, mais qui n'offrent point de structure cristalline. Le sorbate de baryte est incristallisable, soluble dans l'eau, inaltérable à l'air, et ressemble à une gomme. Le sur-sorbate de baryte est aussi incristallisable et inaltérable à l'air, mais plus soluble et plus transparent que le sorbate neutre. Si l'on y verse un excès d'eau de baryte, il se forme un précipité blanc floconneux de sous-sorbate qui se redissout presqu'entièrement à l'aide de la chaleur.

Sorbates de magnésie.

Le sorbate neutre de magnésie cristallise parfaitement; il a été examiné par M. Donovan, et, suivant ce chimiste, il ne requiert pas moins de 28 parties d'eau à 15° centigr. pour se dissoudre; il se boursouffle à la chaleur.

J'ai trouvé le sur-sorbate de magnésie très-soluble, inaltérable à l'air et transparent comme de la gomme arabique; la potasse le décompose en partie, et en sépare un sous-sorbate de magnésie et de potasse, insoluble.

Sorbate d'alumine.

Suivant M. Donovan, l'acide sorbique ne peut point se combiner à l'alumine; en conséquence il propose cet

acide comme excellent moyen analytique pour séparer l'alumine des autres terres. Je ne sais ce qui a pu faire illusion à ce chimiste ; mais je me suis bien assuré que l'acide sorbique étendu d'eau dissout l'alumine pulvérisée avec la plus grande facilité, surtout à une douce chaleur, et donne une combinaison incristallisable qui, par l'évaporation, laisse une masse transparente, gommeuse, inaltérable à l'air. Cette combinaison, qui rougit légèrement la teinture de tournesol, paraît même si intime qu'elle n'est point précipitée par la potasse, et à plus forte raison par l'ammoniaque.

Il y a aussi un sous-sorbate d'alumine peu soluble dans l'eau.

Je n'ai point examiné les sorbates de glucine, d'yttria et de zircone ; il est probable que les deux premiers sont incristallisables.

Sorbate de zinc.

J'ai obtenu ce sel, soit en combinant directement l'acide sorbique à l'oxide de zinc, ou en décomposant le sorbate de chaux avec le sulfate de zinc. Les cristaux de sorbate de zinc, lorsqu'ils se sont formés lentement, sont parfaitement prononcés ; ils offrent des prismes courts, tétraèdres, terminés par un biseau ; quelquefois ils sont tout-à-fait tronqués droit au sommet, d'autres fois imparfaitement, et il en résulte deux petites facettes sur deux des bords terminaux.

Le sorbate de zinc est dur, sonore, brillant ; il exige au moins 10 parties d'eau bouillante pour se dissoudre, et bien avant que la liqueur se refroidisse, la plus grande partie du sel se précipite : aussi est-il beaucoup moins

soluble dans l'eau froide : il lui en faut 55 parties à la température de 12° centigr. Chaque fois qu'on redissout ce sel il s'en sépare un sédiment légèrement cristallin de sous-sorbate de zinc insoluble dans l'eau bouillante.

Le sorbate de zinc est en partie décomposé par l'ammoniaque, et il en résulte un sel triple cristallisable.

Si dans une dissolution de sorbate de zinc on verse de l'acétate de plomb et qu'on décompose le précipité par l'acide sulfurique, on obtient de l'acide sorbique; mais celui-ci retient du zinc. Le sorbate de zinc cristallisé, exposé à une température trop faible pour le décomposer, ne fond point, et abandonne 10 parties d'eau sur 100.

2 grammes de ce sel bien desséché ont été brûlés dans un creuset de platine; le résidu repris par l'acide nitrique et chauffé au rouge a laissé 0g,71 d'oxide de zinc. Ainsi, le sorbate de zinc est composé de :

Acide sorbique,	58,05	64,5	100 ;
Oxide de zinc,	31,95	35,5	55,426 ;
Eau,	10,00.		
	100,00	100,0.	

En supposant avec MM. Gay-Lussac et Berzelius que 100 parties de zinc se combinent avec 24,4 d'oxigène, les 55,426 d'oxide de zinc doivent en contenir 10,871 ; nombre qui se rapproche beaucoup de 10,9514, surtout si l'on fait attention que le sorbate de zinc rougit légèrement la teinture de tournesol.

Sur-Sorbate de zinc.

J'ai obtenu ce sel acidule en dissolvant du sorbate de zinc dans l'acide sorbique, faisant cristalliser et lavant

les cristaux avec de l'eau ou de l'alcool. Ce sur-sel est beaucoup plus soluble que le sorbate de zinc neutre, et n'exige que 23 parties d'eau à 15° centigr. pour se dissoudre. Lorsqu'il a cristallisé lentement, il présente des octaèdres allongés à bases carrées. Exposé à la chaleur, il se fond, se boursouffle, laisse un résidu d'apparence gommeuse, et perd, après une forte dessiccation, 8,33 d'eau sur 100.

1g,65 de sur-sorbate de zinc bien desséché, analysés par la combustion, ont laissé 0g,357 d'oxide de zinc. Ce sel est donc composé ainsi qu'il suit :

Acide sorbique,	71,88	78,41	100;
Oxide de zinc,	19,79	21,59	27,6744;
Eau,	8,33.		
	100,00	100,00.	

Or, 27,6744×2=55,3488, qui se rapproche beaucoup de 55,426. L'oxide de zinc est donc combiné avec deux fois autant d'acide dans le sel acidule que dans le sel neutre. Tous les autres sur-sorbates paraissent évidemment assujettis à la même loi.

Sous-Sorbate de zinc.

J'ai dit qu'en redissolvant le sorbate de zinc dans l'eau il se sépare un sédiment de sous-sorbate de zinc insoluble dans l'eau bouillante : 1g,85 de cette poudre préalablement bien séchée ont été brûlés dans un creuset de platine ; il est resté 0g,89 d'oxide de zinc ; d'où il résulte que ce sous-sel est formé de :

Acide sorbique,	51,89	100 ;
Oxide de zinc,	48,11	92,708.
	100,00.	

Sorbate de plomb cristallisé.

M. Donovan a obtenu ce sel de sa dissolution dans l'acide sorbique. Il doit être considéré comme le sorbate de plomb neutre ; car nous verrons que la poudre blanche qui résulte du mélange de l'acétate de plomb avec un sorbate neutre soluble est mélangée de sous-sorbate de plomb. Le sorbate de plomb se présente ordinairement sous la forme de petites lamelles analogues à certains talcs et d'un blanc argentin éclatant : lorsque ses cristaux sont bien prononcés, ils offrent des prismes tétraèdres très-aplatis, obliquement tronqués au sommet ; d'autres fois il affecte la forme de houppes formées d'aiguilles soyeuses qui divergent d'un centre commun.

Suivant M. Donovan, ce sel n'est point soluble dans cinq mille fois son poids d'eau ; cependant il faut qu'il ait une certaine solubilité, puisque si on le fait bouillir dans un peu d'eau, la liqueur qui ne rougit point la teinture de tournesol donne, par l'évaporation spontanée, des cristaux aciculaires de sorbate de plomb ; la portion de sel qui résiste à l'action de l'eau bouillante se liquéfie dans ce liquide et se laisse tirer en fils, qui deviennent cassans à une température plus basse, à-peu-près comme les matières résineuses. Quoique par ce traitement la nature chimique du sorbate de plomb n'ait pas changé, néanmoins il a pris une sorte de cohésion qui diminue sa solubilité ; il devient dense et dur s'il est en

masse, et graveleux s'il est en poudre ; propriétés que M. Donovan a attribuées au sous-sorbate de plomb ; mais le sel qu'il a décrit sous ce nom ne m'a paru être que le sorbate neutre.

Le vinaigre distillé bouillant a sur le sorbate de plomb une action dissolvante plus marquée que l'eau bouillante ; mais sitôt que le sel s'est ramolli par la chaleur, l'action se ralentit.

1 gramme de sorbate de plomb cristallisé et bien desséché, chauffé au rouge dans un creuset de platine, a commencé à se boursouffler et s'est brûlé ; il est resté un résidu du poids de 0g,6, lequel, traité par le vinaigre distillé, s'est dissous, à l'exception de 0g,15 de plomb métallique ; d'où il résulte que le sorbate de plomb cristallisé est composé de :

Acide sorbique,	38,85	100 ;
Oxide de plomb,	61,15	157,4.
	100,00.	

157,4 d'oxide de plomb contiennent 11,253 d'oxigène.

Le sorbate de plomb obtenu par précipitation d'un sorbate offre d'autres résultats. Si, dans la dissolution d'un sorbate neutre, on verse de l'acétate de plomb neutre et qu'on filtre la liqueur pour la séparer du précipité blanc, elle rougit la teinture de tournesol, et laisse déposer, au bout de quelques heures, une quantité de sorbate de plomb cristallisé.

2g,5 du premier précipité en poudre blanche ont été traités avec l'acide sulfurique étendu d'eau ; on a fait bouillir et évaporer une partie de la liqueur et repris

le résidu par l'alcool; il est resté 2g,29 de sulfate de plomb, lesquels, desséchés au feu, équivalent à 1g,686 d'oxide de plomb; d'où il suit que ce sorbate de plomb est composé de :

Acide sorbique,	32,57	100;
Oxide de plomb,	67,43	207,012;
	100,00.	

Ces 207,012 d'oxide de plomb contiennent 14,7 d'oxigène. Ce sel est donc un mélange de sorbate et de sous-sorbate de plomb. J'ai obtenu le dernier en faisant digérer de l'ammoniaque sur du sorbate de plomb; il reste une poudre floconneuse de sous-sorbate; mais la liqueur alcaline en contient aussi en dissolution, dont une partie se précipite à mesure que l'ammoniaque se dissipe; l'autre partie reste unie au sorbate d'ammoniaque pour former un sel triple qui cristallise. Au reste, le sous-sorbate de plomb n'est point ramolli ni transformé par l'eau bouillante en une masse dure ou graveleuse, comme cela arrive au sorbate de plomb neutre.

Je ne connais pas le sur-sorbate de plomb. M. Donovan, qui parle de cette combinaison, dit qu'elle ne prend jamais la forme solide. J'ai essayé de la produire en faisant bouillir de l'acide sorbique sur du sorbate de plomb en poudre qui s'est liquéfié à sa manière accoutumée, mais ne s'est dissous qu'en petite quantité; et par le refroidissement j'ai obtenu du sorbate de plomb cristallisé : deux jours après, la liqueur surnageant les cristaux a été évaporée; elle a fourni un résidu presque entièrement formé d'acide sorbique, qui s'est dissous dans l'alcool, sauf quelques indices de sorbate de plomb.

Sorbates de mercure.

Si dans une dissolution de nitrate de mercure protoxidé on verse de l'acide sorbique, il se forme un précipité blanc, pulvérulent, de protosorbate de mercure. Ce sel est peu soluble dans l'eau.

On a le persorbate de mercure en chauffant l'acide sorbique avec l'oxide rouge de ce métal. Ce sel est incristallisable et d'un aspect gommeux ; l'eau le partage en deux combinaisons, l'une soluble avec excès d'acide, l'autre insoluble.

Sorbates d'argent.

En faisant agir l'acide sorbique sur l'oxide d'argent à l'aide de la chaleur, la liqueur prend d'abord une teinte brunâtre ; il se produit une effervescence due à une production d'acide carbonique ; il se dégage aussi de l'acide acétique, et tout semble indiquer une décomposition partielle de l'acide sorbique ; mais bientôt la dissolution se décolore entièrement, une portion d'oxide d'argent s'unit à la matière végétale provenant de la décomposition d'une partie de l'acide, et forme une combinaison insoluble d'un brun noirâtre ; et, par l'évaporation de la liqueur filtrée, on obtient une masse gommeuse incristallisable de sorbate d'argent. Si on délaie cette masse gommeuse avec une certaine quantité d'acide sorbique, il se précipite un sel grenu de sur-sorbate d'argent ; lavé avec un peu d'eau ou d'alcool et redissous dans l'eau chaude, il cristallise très-facilement ; mais je n'ai pu déterminer sa forme avec exactitude. Ce sel, exposé au feu, se fond, se boursouffle et se décompose.

Sorbates de cuivre.

L'acide sorbique uni à l'oxide de cuivre donne un sel soluble incristallisable, inaltérable à l'air, et formant sur la capsule un enduit vernissé d'un beau vert. Le sur-sorbate de cuivre est aussi incristallisable; sa dissolution dans l'eau n'est précipitée que partiellement par la potasse; il paraît qu'il se forme un sel triple qui n'est point susceptible d'être décomposé par les alcalis, comme cela a lieu avec le tartrate de potasse, ainsi que l'a observé M. Thenard.

Sorbates de fer.

L'acide sorbique, aidé de la chaleur, dissout le fer avec dégagement de gaz hydrogène; la liqueur évaporée laisse une masse gommeuse, brune et inaltérable à l'air : il en est de même du sur-sorbate de fer.

Sorbates de manganèse.

En faisant agir l'acide sorbique sur le proto-carbonate de manganèse, il le dissout avec effervescence; on obtient une masse gommeuse, incristallisable, de sorbate de manganèse. Si dans la dissolution de ce sel très-soluble on verse un excès d'acide sorbique, il se précipite une poudre blanche de sur-sorbate de manganèse. Ce sel, redissous dans l'eau bouillante, donne, par le refroidissement, des cristaux transparens réunis en groupes sphériques d'une légère teinte rosée. Le sur-sorbate de manganèse exige 41 parties d'eau pour se dissoudre à la température de 15° centigr. Il ne s'est point fondu

à la chaleur comme la plupart des autres sorbates acidules, et n'a éprouvé qu'un léger boursoufflement lorsqu'il a commencé à se décomposer.

Sorbates d'étain.

Ils sont très-solubles, incristallisables, et attirent un peu l'humidité de l'air.

Je n'ai point examiné les sorbates d'antimoine, de cobalt, de molybdène, de platine, de titane et d'urane; mais je présume, qu'excepté peut-être le dernier, ils sont incristallisables.

QUESTIONS

Sur la Théorie-Physique de la Chaleur rayonnante.

PAR M. FOURIER.

I.

On s'est proposé, dans les notes suivantes, d'examiner diverses questions relatives à la théorie-physique de la chaleur rayonnante; et de ramener aux principes généraux de cette théorie plusieurs faits remarquables dont l'explication avait d'abord paru sujette à quelque incertitude.

Lorsqu'on expose, le soir, à l'air libre, des corps de différente espèce, on observe qu'ils se refroidissent très-

inégalement. Les substances métalliques polies conservent plus long-temps leur chaleur ; la terre, l'herbe, la laine se refroidissent promptement à leur surface. Un thermomètre dont la boule est noircie prend une température fixe, inférieure à celle que marquerait ce même thermomètre si la boule était couverte d'une enveloppe métallique. Il s'agit de comparer ces faits, et spécialement le dernier, avec ceux qui servent de fondement à la théorie de la chaleur rayonnante. On a demandé comment l'explication de ces effets peut se concilier avec un principe que tous les physiciens paraissent avoir admis, et qui suppose que la faculté de recevoir la chaleur est toujours égale à celle de la communiquer.

Un thermomètre étant exposé à l'air pendant la nuit, si l'on place un miroir métallique concave dirigé vers le ciel, en sorte que la boule du thermomètre occupe le foyer, on observe un abaissement sensible dans la température. Il s'agit de donner l'explication exacte de cet effet, et d'examiner si la forme concave du miroir concourt à l'augmenter en mettant le thermomètre en communication avec une plus grande partie du ciel.

On a demandé encore d'après quels principes on pourrait démontrer le rayonnement de l'air, et s'il contribue aux effets que l'on vient de rapporter.

La loi d'émission de la chaleur a donné lieu aussi à plusieurs questions sur la nature de cette loi, sur les diverses preuves qu'on en peut apporter, et sur la cause physique qui la détermine. On a demandé, par exemple, si, pour expliquer cette cause, il est nécessaire de considérer les rayons de chaleur émis par une molécule solide voisine de la surface, comme étant en partie ab-

sorbés par les molécules intermédiaires qui la séparent de l'espace extérieur, et si la même loi ne subsisterait point encore en supposant qu'il ne s'opère aucune absorption.

On a fondé cette remarque sur l'analyse même qui conduit à l'expression de la quantité de chaleur émise; car cette expression paraît indépendante de la fonction qui représente pour une distance donnée la quantité de chaleur absorbée.

Nous allons examiner sommairement les questions précédentes, et indiquer les principes qui servent à les résoudre.

De la Loi d'émission de la Chaleur rayonnante.

II.

On rappellera d'abord les théorêmes relatifs à l'émission de la chaleur rayonnante; car ils s'appliquent à toutes les questions que l'on vient d'énoncer.

On peut arriver par différentes voies à la connaissance de la loi qui règle l'émission de la chaleur rayonnante. Il est nécessaire de considérer, sous plusieurs points de vue, cette proposition fondamentale.

Si l'on mesure, au moyen d'un miroir métallique concave et d'un thermomètre placé au foyer, l'effet de la chaleur rayonnante qu'une surface plane échauffée envoie à une certaine distance, et si l'on fait varier l'inclinaison de la surface, on voit que l'intensité de la chaleur émise est sensiblement proportionnelle au sinus

de l'angle compris entre chaque rayon et l'élément de la surface dont il sort.

III.

Cette loi a été d'abord indiquée par les observations, ensuite on a démontré qu'elle est une conséquence de l'équilibre de la chaleur rayonnante. En effet, si, dans un point quelconque d'un espace que termine une enveloppe solide, opaque, retenue à une température constante, on place une molécule élevée d'avance à cette même température, il est certain que l'état de la molécule ne subira aucun changement. Or, on peut démontrer que ce fait général, qui constitue l'équilibre de la chaleur rayonnante, n'aurait point lieu si les rayons qui traversent un même élément de la surface de l'enceinte avaient la même intensité dans toutes les directions. Il faut donc chercher quelle est la loi du décroissement de l'intensité qui rend l'équilibre possible. Le résultat de cette recherche étant la loi elle-même que nous avons énoncée, on voit qu'il y a une connexion certaine entre cette loi de l'émission et le fait principal établi par les observations communes. Cette relation est analogue à celle qui subsiste entre la propriété que les liquides ont de conserver leur niveau à la surface, et le théorème qui fait connaître la diminution du poids occasionnée par l'immersion du solide. Il est évident que ce dernier théorème serait très-imparfaitement connu s'il était seulement fondé sur des mesures données par l'ex-

périence, et si l'on ne démontrait point qu'il est un résultat nécessaire de l'équilibre des liquides.

IV.

Il est facile de voir comment l'équilibre de la chaleur s'établit ou se conserve d'après cette loi. Il suffit de considérer les conséquences suivantes.

Une molécule reçoit toujours la même quantité de chaleur, quel que soit le point de l'espace qu'elle occupe. Chaque élément de la surface d'un corps envoie à l'enveloppe solide autant de chaleur qu'il en reçoit de cette enveloppe. La chaleur interceptée par un second corps placé entre le premier et l'enceinte, est exactement compensée par celle que le second corps envoie au premier. En général l'équilibre s'établit d'élément à élément, chaque particule d'une surface envoyant à une autre surface quelconque finie, ou infiniment petite, une quantité de chaleur rigoureusement égale à celle qu'elle reçoit.

Ces conséquences n'auraient point lieu si toute la chaleur envoyée, ou si une portion très-sensible de cette chaleur était assujettie à une loi d'émission différente de celle que l'on a énoncée. Les corps changeraient de température en changeant de situation. Les liquides, acquérant dans leurs diverses parties des densités inégales, ne demeureraient point en équilibre dans un lieu d'une température uniforme; ils y seraient animés d'un mouvement perpétuel.

V.

On peut encore arriver à la connaissance de cette loi en considérant la cause physique de l'émission. Il est évident, en effet, que, dans les corps solides non diaphanes, il n'y a qu'une couche très-peu épaisse qui puisse envoyer immédiatement une partie de ses rayons dans l'espace extérieur. Cette couche solide est celle qui est la plus voisine de la superficie.

Le même effet a lieu pour la lumière qui, dans les corps opaques dont la surface est éclairée, n'est émise que par les molécules extrêmement voisines de cette surface.

Lorsqu'un point matériel placé à une petite profondeur au-dessous de la superficie projette sa chaleur en la dirigeant vers l'espace extérieur, une grande partie de chaque rayon est arrêtée par les molécules intermédiaires. La quantité de chaleur interceptée dépend d'une certaine fonction de la distance, et, quelle que soit la nature de cette fonction, on trouve, par une analyse exacte, que la quantité totale de chaleur rayonnante qui sort sous une direction donnée est proportionnelle au sinus de l'angle d'émission.

VI.

Il est très-facile d'apercevoir ce dernier résultat en considérant chaque point matériel comme le centre d'une infinité de rayons qui ont tous la même intensité; car il suit de cela même que les quantités de chaleur qui traversent un seul élément de la surface selon différentes

directions sont d'autant moindres que la direction est plus oblique, et qu'elles sont proportionnelles au sinus des angles d'émission ; mais on ne peut pas en conclure que la loi subsisterait encore s'il n'y avait aucune absorption. En effet, le théorème suppose que la masse est formée de deux parties, dont l'une envoie immédiatement au-dehors ses rayons ou une portion de ses rayons, tandis que l'autre n'en peut point envoyer dans le même espace. Si tous les points du solide concouraient à l'émission, la loi cesserait d'avoir lieu.

On peut choisir des fonctions quelconques pour représenter la quantité de chaleur absorbée à une distance donnée; mais il y a une condition commune à laquelle ces fonctions sont assujetties. Chacune d'elles doit avoir ses valeurs nulles pour toutes les distances qui surpassent une certaine quantité moindre que l'épaisseur de l'enceinte. Ainsi l'on peut donner une forme arbitraire à la courbe qui représente la fonction, pourvu que toutes les ordonnées soient nulles lorsque l'abscisse surpasse une certaine ligne plus petite que la profondeur de la masse. Si cette épaisseur de l'enceinte était moindre que la plus grande distance à laquelle la chaleur se porte immédiatement, la loi d'émission serait changée, ou plutôt elle ne pourrait être conservée que par l'influence des corps extérieurs, s'ils avaient eux-mêmes la propriété d'absorber la chaleur rayonnante : il faut donc regarder cette propriété comme une des causes nécessaires de la loi d'émission. On la suppose tacitement lorsqu'on calcule les effets du rayonnement, en ne considérant que les molécules extrêmement voisines de la superficie ; on la suppose aussi lorsqu'on représente la

quantité de chaleur interceptée par une fonction dont toutes les dernières valeurs sont nulles.

On doit à M. Leslie les premières expériences qui ont fait connaître que l'intensité des rayons sortis d'un même élément de la surface varie avec l'angle d'émission, et qu'elle est proportionnelle au sinus de cet angle. On a reconnu ensuite, 1° que cette même loi est la condition nécessaire de l'équilibre de la chaleur rayonnante; 2° qu'elle n'est point troublée, dans le cas de l'équilibre, par la réflexibilité imparfaite des surfaces; 3° qu'elle suppose le rayonnement uniforme des molécules intérieures, et l'extinction des rayons envoyés par les points situés à une certaine distance de la superficie; en sorte que la loi énoncée n'est autre chose que l'expression mathématique de ces deux conditions. Ces propositions, et celles qui composent aujourd'hui la théorie mathématique de la chaleur rayonnante, ont été données pour la première fois dans les Mémoires que nous avons remis, il y a plusieurs années, à l'Institut de France, et qui contiennent aussi les lois générales de la propagation de la chaleur dans l'intérieur des solides.

Expression de la quantité de chaleur directe ou réfléchie que reçoit un point dont la position est donnée.

VII.

Après avoir établi la loi à laquelle l'émission est assujettie, on détermine facilement la quantité de chaleur qu'une surface donnée envoie, soit directement, soit par voie de réflexion, à une molécule extrêmement petite. Si la molécule μ (*fig.* 1) est placée dans un point d'un

espace vide d'air, terminé par une enceinte solide, et si diverses parties aa et bb de cette enceinte ont des températures différentes a et b, on multipliera la température a de chacune de ces parties par la *capacité* α de la surface conique $a\mu a$, dont le sommet est en μ, et qui embrasse l'aire aa. On entend, par la *capacité* du cône $a\mu a$, l'aire α qu'il intercepterait sur la surface sphérique, dont le centre est en μ, et qui a l'unité pour rayon.

En formant des produits semblables pour toutes les parties aa, bb, finies ou infiniment petites, dont la température est différente, et en prenant la somme de ces produits $a\alpha + b\beta +$, etc., on aura l'expression de la quantité de chaleur reçue. On fait abstraction de la réflexibilité, c'est-à-dire, que l'on considère les surfaces comme entièrement privées de la faculté de réfléchir la chaleur.

VIII.

Si le thermomètre infiniment petit μ, placé dans un point de l'espace qui termine l'enceinte, a acquis une température fixe; et si l'on interpose une surface $a'a'$ (*fig.* 2) dont la température est la même que celle de la portion correspondante aa de l'enceinte, il suit évidemment de la proposition précédente que la molécule μ conservera sa température; car elle recevra de la surface interposée $a'a'$ autant de chaleur qu'elle en recevrait de la surface cachée aa. Il n'en serait pas de même si la surface $a'a'$ était plus échauffée ou moins échauffée que la surface correspondante aa. Dans le premier cas, la température de la molécule s'élève, et elle s'abaisse dans le second. En effet, la capacité du cône

demeure la même ; mais le facteur qui multiplie la mesure de cette capacité change avec la température de la surface.

IX.

Supposons maintenant que la surface interposée *rr* (*fig.* 3) jouisse de la faculté de réfléchir toute la chaleur qu'elle reçoit ; pour connaître son action sur la molécule μ, c'est-à-dire, la quantité de chaleur qu'elle lui envoie, on multipliera la capacité du cône qui enveloppe le miroir par la température *b* de la portion *bb* de l'enceinte, dont la chaleur est réfléchie sur la molécule. On pourrait donc aussi faire abstraction de la surface interposée *rr*, et attribuer la température *b* à la portion *aa* de l'enceinte, dont la chaleur est interceptée par le miroir. Les surfaces telles que *rr*, qui réfléchissent toute la chaleur qu'elles reçoivent, agissent sur la molécule comme si elles n'avaient point de température propre ; elles ont seulement celle des surfaces dont elles réfléchissent la chaleur. L'effet de la réflexion est de transporter la température *b* d'une certaine partie *bb* de l'enceinte au miroir lui-même *rr*, ou, ce qui est la même chose, à la surface *aa*, dont ce miroir intercepte la chaleur.

X.

Lorsque la surface *bb*, dont la chaleur est réfléchie, n'a pas dans toutes ses parties la même température, il faut considérer séparément, dans cette surface *bb* (*fig.* 4), une portion $\beta\beta$ finie ou infiniment petite, dont tous les points aient une même température β.

On déterminera ensuite quelle est la portion $\rho\rho$ du miroir qui réfléchit, au point μ, la chaleur de l'élément $\beta\beta$. Le produit de la température β, par la capacité du cône $\rho\mu\rho$, exprimera l'action de la surface $\beta\beta$. Il suffirait aussi de transporter la température β à l'élément $\alpha\alpha$, dont la chaleur est interceptée par la portion $\rho\rho$ du miroir. Si l'on forme des produits semblables pour toutes les parties de la surface *bb*, et si l'on prend la somme des produits, on connaîtra l'action totale du miroir.

XI.

La molécule μ étant placée dans un espace vide d'air que termine une enceinte *AAAA* (*fig.* 5), dont toutes les parties ont une température constante *a*, acquerra cette température *a* de l'enceinte. Si l'on met entre μ et l'enceinte un plateau *bb* dont la température *b* soit moindre que *a*, le thermomètre s'abaissera; car on remplace l'action de la suface *aa* par celle de la surface interposée *bb*, et le rapport de ces actions est celui des températures *a* et *b*.

Si, de plus, on place un miroir concave *rr* propre à réfléchir sur la molécule μ les rayons qu'il reçoit du plateau *bb*, le thermomètre s'abaissera de nouveau. En effet le miroir *rr* intercepte la chaleur envoyée par la partie *RR* de l'enceinte, et il la remplace par une quantité dont la proposition précédente donne l'expression exacte. Il faut, pour trouver cette expression, multiplier la capacité du cône $r\mu r$ par la température *b* de la surface *b' b'*, dont les rayons sont réfléchis par *rr*.

L'effet du miroir est de transporter la température *b*

du plateau bb à sa propre surface rr, ou, ce qui est la même chose, à la surface RR, dont rr intercepte les rayons.

XII.

La molécule μ ayant acquis la température constante a de l'enceinte, si l'on dispose, comme la figure l'indique, deux surfaces métalliques polies rr, $\rho\rho$ (*fig.* 6), et un corps m dont la température b soit moindre que celle de l'enceinte, le thermomètre μ s'abaissera. En effet, le miroir rr intercepte l'action d'une partie RR de l'enceinte; il la remplace par celle du miroir lui-même. Pour déterminer cette dernière action, il faut multiplier la capacité du cône $r\mu r$ par la température des corps dont rr réfléchit la chaleur sur la molécule μ. Or, tous les rayons partis du corps m, et qui tombent sur le second miroir $\rho\rho$, sont réfléchis sur le premier rr, et ensuite sur la molécule μ. Donc, la température qu'il faut attribuer à la surface rr est la température b du corps m. L'effet du second miroir $\rho\rho$ est de donner à sa surface la température b du corps m, et l'effet du premier miroir rr est de donner cette même température b à sa propre surface, ou, ce qui est la même chose, de transporter cette température b à la partie de l'enceinte dont les rayons sont interceptés.

On voit donc que l'action de la surface RR est remplacée par celle du miroir rr, et que le rapport de la première action à la seconde est celui de la température b à la température a. Non-seulement ces propositions expliquent clairement l'abaissement de la température; mais elles en donnent la valeur exacte. On obtiendrait

petite valeur en déterminant d'après les mêmes principes l'action de toutes les parties de l'enceinte. Si le corps m n'est pas d'une très-petite dimension, ou n'est pas très-éloigné de μ, il faut avoir égard à l'action directe de m sur μ.

On détermine aussi, par un calcul entièrement semblable, l'effet contraire qui aurait lieu si le corps m, fig. 6, ou si le plateau $b\,b$, fig. 5, étaient plus échauffés que l'enceinte.

L'explication des effets produits par la réflexion apparente du froid est entièrement due à M. Prévot de Genève. Il a reconnu le premier que ces phénomènes indiquent une proposition générale fort importante, savoir : que les corps émettent leur chaleur rayonnante à toutes les températures, et qu'ils se l'envoient mutuellement, de même que les corps éclairés se communiquent leur lumière. M. Prévot a développé, dans plusieurs ouvrages, cette notion qui est très-féconde, et a prouvé qu'elle embrasse tous les faits connus.

XIII.

Nous avons attribué jusqu'ici une dimension infiniment petite à la molécule sphérique μ, qui reçoit l'impression de la chaleur. Pour étendre les mêmes propositions au cas où les dimensions sont finies, il est nécessaire de distinguer les différentes parties de cette surface. On reconnaît ainsi, par un examen très-attentif, la cause qui fait varier l'intensité des effets avec la distance du miroir $r\,r$ à la surface bb, dont les rayons sont réfléchis (fig. 5), et avec la distance du thermomètre μ au

miroir *rr*. On voit en même temps que le calcul des effets de la chaleur réfléchie diffère totalement de celui des effets catoptriques de la lumière ; mais cette partie de la question nécessiterait une explication plus étendue.

XIV.

Les rayons de chaleur qu'une surface reçoit des corps voisins sont en partie réfléchis par cette surface. Chacun de ces rayons se divise en deux autres, dont l'un est renvoyé vers l'espace, et dont l'autre pénètre le solide. Les propositions précédentes se rapportent à deux cas extrêmes et opposés. Dans le premier, on suppose que la réflexibilité des surfaces est nulle, en sorte que chaque rayon incident pénètre tout entier dans l'intérieur du corps. Dans le second cas, on suppose que la réflexibilité est parfaite, c'est-à-dire, que le rayon incident est renvoyé tout entier vers l'espace extérieur. Si les superficies de tous les corps avaient une de ces deux qualités contraires, en sorte que les uns fussent propres à recevoir toute la chaleur incidente, et les autres à la repousser entièrement, on déterminerait rigoureusement, par les théorêmes que nous avons énoncés, tous les effets de la chaleur directe ou réfléchie.

On observe à la surface des corps un état mixte qui participe de l'une et de l'autre propriété, et l'on peut alors diviser chaque élément de la surface en deux parties égales ou inégales, dont l'une est privée de toute réflexibilité, et dont l'autre est un miroir parfait. Le rapport de ces deux parties est un coefficient

donné qui dépend de l'état de la surface, et qui, d'après les observations, est sensiblement constant lorsque les changemens de température sont peu considérables.

Si une particule ω de la superficie d'un corps a la faculté de réfléchir toute la chaleur incidente qui lui est envoyée, elle n'a plus aucune température propre. La force qui s'exerce à la surface pour repousser toute la chaleur envoyée par les objets voisins repousse aussi vers l'intérieur du solide toute la chaleur qu'il aurait émise à raison de sa température. Si, au contraire, la réflexibilité de l'élément ω est nulle, la chaleur qu'il reçoit en différentes directions y pénètre toute entière, et il en est de même de celle qu'il émet en vertu de sa température. Elle s'échappe entièrement sans être rappelée par aucune force agissant à la surface. Enfin, si la réflexibilité de l'élément ω a une valeur moyenne, le même effet s'opère encore dans les deux sens opposés. Le rayon r qui tombe sur ω, et dont la direction fait avec cette surface un angle φ, est divisé en deux parties αr, $(1-\alpha)r$, dont la première αr pénètre le solide, et dont l'autre $(1-\alpha)r$ est réfléchie. Le coefficient α est une fraction qui mesure la réflexibilité de la surface. Si le même rayon r tendait à sortir du solide suivant la direction contraire, il serait aussi réduit à αr, et la partie équivalente à $(1-\alpha)r$ serait rappelée vers l'intérieur du corps par cette même force qui repoussait une partie du rayon incident. C'est en cela que consiste l'égalité réciproque de la force émissive et de la force absorbante. Nous ne connaissons aucune expérience qui oblige de modifier ce principe; mais il est nécessaire de re-

marquer qu'il n'est démontré rigoureusement que pour le cas de l'équilibre.

En effet, lorsque la température de l'enceinte et celle des corps placés dans l'espace qu'elle termine est commune et constante, un élément ω de la superficie d'un de ces corps envoie sous l'angle d'émission φ une certaine quantité de chaleur r qui sort de l'intérieur du corps, et cette particule en reçoit, dans la même direction, une quantité équivalente r qui pénètre le solide. Si l'on change l'état de la surface ω, et que l'on réduise ainsi à αr la quantité de chaleur émise, il est certain que l'on réduit aussi à αr la quantité de chaleur reçue. Les deux quantités qui traversent l'élément en sens contraires varient exactement dans le même rapport lorsqu'on fait varier l'état de la surface. Cette proposition ainsi énoncée, pour le cas de l'équilibre, appartient à la théorie mathématique; mais diverses observations indiquent qu'elle peut être prise dans un sens plus étendu, et que le coefficient r conserve sensiblement la même valeur dans deux autres cas, savoir : lorsqu'on change la température du corps qui envoie le rayon r, et lorsqu'on change l'angle φ que sa direction fait avec la surface ω. On remarque le premier de ces deux effets si l'on apporte, dans un espace fermé dont la température est uniforme, deux corps entièrement semblables m et m', dont l'un m a une température $a+\Delta$ plus grande que celle de l'enceinte, et l'autre m' a une température moindre $a-\Delta$. Le progrès du refroidissement de m est le même que le progrès de l'échauffement de m'. Ainsi, la différence Δ, qui est positive pour l'un des corps et négative pour l'autre, varie, par les mêmes

degrés, dans les deux cas. Au reste, ce résultat ne doit être considéré comme très-exact que si les températures sont comprises entre des limites peu étendues.

La plupart des faits qui composent la théorie physique de la chaleur rayonnante ont été découverts par MM. Leslie et de Rumford. On trouve dans leurs ouvrages des expériences ingénieuses et variées qui ont, pour ainsi dire, créé une nouvelle branche de la physique générale. Ces découvertes avaient été préparées par une observation capitale et par diverses autres recherches dues à M. M.-A. Pictet. Ses premiers résultats ont dirigé les vues des physiciens sur un ordre entier de faits que l'on avait à peine entrevus, et qu'il rendait sensibles par des instrumens fort analogues à ceux dont on s'est servi depuis. C'est peu de temps après que M. Prévôt a donné l'explication générale dont nous avons parlé. Elle comprend les faits qui venaient d'être observés par M. Pictet, et s'applique aussi à ceux qui ont été découverts dans les années suivantes.

Du Rayonnement de l'air, et de l'Effet des miroirs métalliques.

XV.

Un thermomètre μ exposé pendant la nuit, à l'air libre, sous un ciel découvert acquiert une température fixe *a* lorsque la chaleur qu'il perd, soit par l'irradiation, soit par le contact, est équivalente à celle qu'il reçoit. On ne peut douter que le rayonnement de l'air et des corps dont la chaleur rayonnante peut traverser l'air ne concoure

à cet équilibre. En effet supposons que l'on place à une certaine distance du thermomètre μ (fig. 7) un obstacle EE qui intercepte une partie de l'aspect du ciel, il est évident que l'on peut donner à la surface EE une température e, telle que le thermomètre μ conserve sa température précédente a. Or cette superficie EE que l'on peut d'abord supposer privée de toute réflexibilité, envoie à μ une grande quantité de chaleur rayonnante, dont l'effet pourrait être rendu très-sensible et être mesuré. Cette quantité est précisément celle que le thermomètre μ enverrait à la surface EE si cet instrument μ avait lui-même la température e. La même quantité équivaut au produit de e par la capacité du cône $E\mu E$; et puisque la température a n'est point changée par la présence de l'obstacle, cette quantité de chaleur envoyée par EE compense exactement celle que μ recevait dans les mêmes directions avant que l'on n'apportât l'obstacle, c'est-à-dire, celle que l'obstacle intercepte dans les directions $E\mu$, $E\mu$, et dans toutes les directions intermédiaires. On voit par là que le thermomètre placé sous un ciel découvert reçoit, à travers un espace atmosphérique quelconque $e\mu e$ (*fig.* 8), une grande quantité de chaleur qui sert à compenser, ou entièrement ou en partie, celle qu'il envoie dans le même espace. Il est nécessaire d'insister sur la remarque précédente. A défaut de cette considération, on ne se formerait qu'une idée confuse du phénomène.

La chaleur reçue par le thermomètre, dans les directions supérieures, provient du rayonnement des particules de l'air ou des corps mêlés à ce fluide, et généralement de toute la matière qui peut recevoir

les rayons de chaleur envoyés par le corps μ, et qui est contenue dans le segment $e\,e\,\mu\,e\,e$, indéfiniment prolongé. Cette dernière proposition est une conséquence nécessaire du principe de l'émission de la chaleur à toutes les températures. Les conditions mathématiques de l'équilibre de la chaleur rayonnante pourraient être démontrées indépendamment de ce principe; mais il n'y a aucune autre notion qui puisse servir de fondement à l'explication physique de tous les faits observés.

XVI.

Pour se représenter l'effet de la chaleur envoyée par l'air au corps μ suivant les directions $e\mu$, $e'\mu$, $\varepsilon\mu$, il faut considérer que chaque particule de l'air $\varepsilon\varepsilon$ (*fig.* 8) qui reçoit de μ un rayon de chaleur lui envoie un rayon contraire, qui serait égal au premier si la température ε de la molécule $\varepsilon\varepsilon$ était égale à celle du thermomètre. La quantité envoyée par $\varepsilon\varepsilon$ équivaut au produit de la capacité du cône infiniment petit $\varepsilon\mu\varepsilon$, par la température ε. On peut voir, d'après ce principe, que la chaleur envoyée au thermomètre par la masse d'air qui répond aux directions presque verticales est moindre que celle qui lui est envoyée par l'air dans les directions obliques, c'est-à-dire, que la chaleur rayonnante qu'une masse d'air occupant le segment atmosphérique $e\,e\,\mu\,e\,e$ envoie au thermomètre, surpasse celle qu'il reçoit d'une masse d'air contenue dans un segment atmosphérique $e'\,e'\,\mu\,e'\,e'$, qui a la même capacité que le premier, mais dont l'axe est moins oblique.

Cette différence provient de ce que le décroissement

de la densité et de la température de l'air est beaucoup plus rapide dans les directions $\mu e' e'$ voisines de la verticale que dans les directions obliques $\mu e e$. L'action de l'atmosphère sur le thermomètre peut donc être représentée par celle d'une enveloppe solide dont la température ne serait pas uniforme, mais serait un peu moindre dans les parties qui répondent aux lignes verticales que dans celles qui répondent aux directions inclinées.

C'est pour cette raison qu'en changeant la position de la surface EE (fig. 7) sans changer sa température e et la capacité du cône $E\mu E$, on fait varier la température du thermomètre. Il s'élève lorsqu'on fait passer l'axe μm de la position oblique à la position verticale.

Réciproquement, si le thermomètre μ a acquis une certaine température fixe, étant placé au-dessous d'un obstacle, ou d'un nuage au zénith, et si l'on écarte l'obstacle, ou si le nuage descend vers l'horizon, laissant la boule μ à découvert, on observe une diminution sensible de la température. Cet effet suffirait pour prouver le rayonnement de l'air.

XVII.

Si le thermomètre μ, exposé le soir à l'air libre sous un ciel serein, est parvenu à une température fixe, et si l'on interpose une surface métallique extrêmement polie rr, dont le corps μ occupe le foyer, et dont la concavité soit tournée vers le ciel, l'équilibre cessera d'avoir lieu. En effet, on peut remplacer la chaleur rayonnante qui, traversant l'atmosphère, ou une partie de l'atmosphère,

parvient jusqu'au thermomètre, par celle d'une enveloppe solide dont la température diminue depuis la base jusqu'au sommet. Donc le miroir rr, qui intercepte en partie le rayonnement terrestre, réfléchit en même temps sur le thermomètre les rayons plus froids de la surface supérieure. L'effet de la réflexion est de donner à chaque partie $\rho\rho$ de la surface du miroir la température d'un élément correspondant $\epsilon\epsilon$ de l'enveloppe, ou, ce qui est la même chose, de donner cette température à la partie RR de la surface terrestre qui est couverte par $\rho\rho$. Cette substitution de la température ϵ des régions supérieures à la température de la surface terrestre doit en général refroidir le thermomètre. Il faut remarquer toutefois que cet effet est très-composé, qu'il dépend d'une multitude de causes variables qui peuvent le modifier, ou même le changer entièrement. Les corps inférieurs dont on intercepte l'action peuvent être très-froids à leur extrême superficie; la loi du décroissement de la chaleur dans l'air est souvent intervertie jusqu'à une grande distance de la terre; enfin la réflexibilité imparfaite de la surface interposée rend l'observation incertaine. Ainsi, le résultat précédent exige le concours de plusieurs circonstances favorables. M. Wollaston est le premier auteur de cette belle expérience, qui confirme les résultats découverts par M. Ch. Wells.

XVIII.

Il suit des mêmes principes que l'abaissement du thermomètre peut être observé, quoique l'axe du miroir soit incliné vers l'horizon; mais que toutes les autres conditions étant les mêmes, l'effet doit être un peu plus

intense dans la direction verticale. La cause de l'abaissement du thermomètre subsiste pendant le jour. Les observations l'ont rendue plus sensible après le coucher du soleil, et l'effet peut être difficile à distinguer lorsque cet astre est sur l'horizon ; mais cet effet conserve son intensité ; l'action qui s'exerce à travers l'atmosphère est toujours équivalente à celle d'une surface supérieure plus froide que l'air qui environne le thermomètre. Cette conclusion est confirmée par des observations d'un autre genre, dont l'examen appartient à la théorie mathématique de la chaleur.

On voit aussi que la forme concave du miroir concourt à rendre l'abaissement plus sensible. Il ne résulte pas de cette forme que le thermomètre est mis en communication avec une plus grande étendue du ciel : car, le miroir étant concave, l'étendue dont il s'agit est moindre qu'elle ne le serait s'il était plan ; et de plus, l'intensité de l'effet ne dépend nullement de cette étendue ; elle dépend de la température des molécules dont le miroir réfléchit la chaleur sur le thermomètre. Ainsi la forme concave du miroir augmente l'effet observé parce qu'elle réunit les rayons sur la surface de l'instrument, et la fait communiquer avec les régions les plus froides de l'air.

Du Refroidissement des corps exposés le soir à l'air libre.

XIX.

Si, dans un espace occupé par un fluide aériforme, et terminé par une enceinte solide entretenue à une

température constante, on place des corps de différente espèce *M*, *N*, *P*, ces corps conserveront ou acquerront la température de l'enceinte. Si cette enveloppe solide venait à changer de température, par exemple, si elle se refroidissait rapidement, les corps *M*, *N*, *P* se refroidiraient aussi; mais les changemens s'opéreraient avec des vitesses inégales. Cet effet dépend des dimensions et de la forme de chaque corps, de leur capacité de chaleur, de leur conducibilité propre ou relative, enfin des qualités du milieu, et du mouvement qui résulte des variations de densité.

Si l'un de ces corps est tel que son enveloppe extérieure communique facilement sa chaleur au milieu, soit par voie de rayonnement, soit par le contact, et surtout si la conducibilité propre de la matière est très-faible, le refroidissement de l'extrême surface sera prompt et très-sensible; car chacune de ces conditions favorise ce refroidissement. Elles sont réunies dans certaines substances telles que la laine, le duvet, la soie, le verre, le noir de fumée. On trouve les conditions opposées dans les substances métalliques polies. On voit par là qu'il serait facile de distinguer d'avance les corps dont la surface subira des variations de température plus rapides et plus étendues. Il faut remarquer de plus que si, en vertu de ses qualités propres, un des corps se refroidissait promptement à sa surface, il pourrait influer, par cela même, sur les corps voisins, et que leur température deviendrait moindre qu'elle ne l'aurait été sans cette cause accidentelle.

XX.

Lorsque le soleil, après avoir échauffé la surface de la terre et l'air qui l'environne, s'abaisse au-dessous de l'horizon, tous les objets placés dans l'atmosphère, l'air lui-même et la partie non éclairée de la surface terrestre se refroidissent promptement. Il s'opère dès le commencement de la nuit un effet analogue à celui qui aurait lieu dans un espace fermé dont on refroidirait l'enceinte. Ainsi, l'on observerait des températures très-inégales à la superficie de différens corps.

Cette inégalité des températures sera moindre, et on ne pourra point la mesurer si l'air est agité; car les mouvemens de ce fluide concourent à mêler les températures et à les rendre moins inégales.

Il est surtout nécessaire, comme on l'a dit plus haut, de remarquer que le thermomètre exposé à l'air reçoit la chaleur rayonnante de toutes les molécules solides ou fluides auxquelles il peut transmettre ses propres rayons; car la propriété de recevoir la chaleur est la même que celle de la communiquer. Si l'on considérait seulement le rayonnement du corps μ vers le ciel sans avoir égard à l'effet contraire dû aux rayons qui lui arrivent de l'atmosphère, on ne se formerait pas une idée complète du phénomène. Un espace indéfini, tel que $eo\mu ee$ (fig. 8), est continuellement rempli de rayons de chaleur qui le traversent dans les directions $ee\mu$, $oe\mu$, et se portent sur la molécule μ. Toute la matière que renferme cet espace, et qui peut recevoir la chaleur rayonnante du point μ, et par conséquent l'air lui-même, envoient à ce point des rayons dont une partie seulement est inter-

ceptée par l'air inférieur. Le rayonnement dont il s'agit s'opère plus librement dans la direction verticale, parce que l'air y a moins de densité, à égalité de distance du point μ; et ce rayonnement vertical produit moins de chaleur que dans les directions obliques, parce que toutes les autres conditions demeurant les mêmes, la température de l'air est moindre.

Si, dans un espace semblable, on interpose une surface *EE* (fig. 7) que la chaleur ne puisse traverser aussi librement qu'elle traverse l'air, on arrête le rayonnement qui est dirigé vers μ, et on le remplace par celui de l'obstacle. Il faut toujours joindre au rayonnement propre de cet obstacle *EE* la chaleur réfléchie qu'il pourrait envoyer à raison de l'état de sa superficie. Si la surface interposée à une température e, très-voisine de celle des couches de l'air aux points *EE*, et par conséquent supérieure à la température ε des parties de l'air beaucoup plus éloignées, le thermomètre recevra de l'obstacle plus de chaleur qu'il n'en recevait auparavant dans les mêmes directions. Cette différence sera principalement sensible suivant la direction verticale. On voit ainsi pour quelle cause l'interposition d'un toit ou d'un abri, ou celle d'un nuage étendu, qui est un abri éloigné, tempère le froid de la nuit. L'obstacle n'empêche point que le corps exposé ne laisse échapper la même quantité de chaleur rayonnante. Il est évident qu'il ne peut produire un tel effet; mais il intercepte les rayons froids que le thermomètre recevait, et il les remplace par sa propre chaleur, et par celle qu'il réfléchit après l'avoir reçue de tous les corps inférieurs. Il préserve le thermomètre des rayons froids qui descendent de l'atmosphère

pendant la nuit, comme il le préserverait pendant le jour de la chaleur directe du soleil.

XXI.

Pour se représenter distinctement l'état du thermomètre, il faut concevoir que l'action de l'atmosphère est remplacée par celle d'une enveloppe solide à laquelle le thermomètre envoie sa chaleur. Mais on ne doit point supposer que l'instrument ne reçoit rien ou presque rien en échange de cette chaleur qu'il envoie. Il reçoit, au contraire, de l'enveloppe une très-grande quantité de chaleur rayonnante, et s'il était possible de supprimer cette chaleur, on causerait un abaissement extrême de la température; mais le thermomètre envoie au corps supérieur plus de chaleur qu'il n'en reçoit, et la perte qu'il subit dans cet échange est entièrement compensée par la chaleur qu'il acquiert dans son échange avec l'air et les corps voisins. En effet, la température fixe du thermomètre devient moindre que celle de l'air, en sorte que ce fluide et les corps environnans lui communiquent leur chaleur, soit par le contact, soit par l'irradiation.

On vient de voir que la présence des nuages, s'ils ne sont pas trop élevés, rend moindres ou nulles les différences de température que l'on pourrait observer à la surface des corps lorsqu'ils se refroidissent après le coucher du soleil; mais si l'air est tranquille et le ciel serein, l'inégalité des températures subsiste long-temps, et elle est facile à remarquer.

XXII.

On pourrait la mesurer directement; mais divers effets météorologiques suffisent pour la rendre manifeste. L'air qui environne les corps dont la surface se refroidit très-promptement leur communique une partie de sa chaleur, soit par le contact, soit même par le rayonnement. La température de ce fluide doit donc diminuer, et cet abaissement peut être assez grand pour que le même volume ne puisse contenir la même quantité d'eau en état de vapeur. Telle est la cause générale de la formation de la rosée.

Pendant que l'humidité de l'air se résoud en eau pendant la nuit et se dépose sur les corps froids, il arrive presque toujours que les objets dont la surface se refroidit plus lentement ne sont point couverts de rosée. Ce dernier effet est trop remarquable pour n'avoir pas été observé dans tous les temps : la mention la plus ancienne que l'histoire en ait transmise remonte à douze ou treize siècles avant l'ère chrétienne.

XXIII.

Si l'on expose pendant la nuit, sous un ciel ouvert et exempt de nuages, de l'eau contenue dans un vase d'une petite profondeur, et si le support de ce vase est très-peu propre à conduire et communiquer la chaleur de la terre; la température du liquide s'abaissera de plus en plus; elle sera de plusieurs degrés moindre que celle du thermomètre placé dans l'air, à un ou deux mètres au-dessus du vase, et la différence peut être assez grande

pour déterminer la congélation, indépendamment même du froid produit par l'évaporation.

XXIV.

Les corps solides dont la surface perd facilement sa chaleur refroidissent jusqu'à une certaine distance l'air qui les environne, et cela a lieu surtout si la surface est tellement placée que l'air, devenu plus froid, ne soit pas entraîné par son poids. Il serait difficile de reconnaître ce décroissement de la chaleur de l'air dans le voisinage des corps peu étendus, s'il n'était rendu sensible par la formation de la rosée; mais on peut mesurer le principal effet de ce genre qui se rapporte à la surface même de l'horizon. Cette observation est due à M. M.-A. Pictet, qui a reconnu le premier que la température de l'atmosphère diminue depuis les couches inférieures jusqu'à une hauteur assez considérable. Ce décroissement est contraire à celui que l'on observe dans les régions les plus élevées de l'atmosphère. Il cesse d'avoir lieu si l'air est agité, ou si le ciel est couvert de nuages qui interceptent en même temps la chaleur rayonnante de la terre vers les cieux, et les rayons froids qui se dirigent vers la terre.

Quant à la diminution que subit la température de l'air à mesure qu'on s'éloigne de la terre à de grandes hauteurs, nous avons supposé ce fait général dans les explications précédentes; mais on pourrait aussi le déduire des mêmes principes. Ce phénomène résulte du concours de plusieurs causes : l'une des principales est l'extinction progressive des rayons de chaleur dans

l'atmosphère. Il est facile de prouver que si l'air qui enveloppe la terre perdait sa fluidité en conservant sa transparence, et même si sa densité était uniforme, la température diminuerait encore depuis la surface de la terre jusqu'aux limites de l'atmosphère.

Des observations variées et précises publiées, il y a peu d'années, par M. Wells ont fait connaître exactement les circonstances qui déterminent la formation de la rosée. L'auteur de ces expériences en a déduit un résultat fort remarquable qui n'avait pas encore été annoncé. Il consiste en ce que le refroidissement des corps exposés à l'air libre pendant la nuit est l'effet du rayonnement vers le ciel; ce qui explique en même temps la formation de la rosée, l'abaissement de la température dans les couches inférieures de l'air, et divers autres phénomènes.

De l'Inégalité des températures indiquées par deux thermomètres, l'un noirci et l'autre métallique.

XXV.

Il nous reste à examiner une dernière question relative à la différence que l'on observe pendant la nuit dans les températures de deux thermomètres, dont l'un est noirci et l'autre couvert d'une enveloppe métallique. Cet effet est analogue à celui dont nous avons déjà parlé, et qui consiste dans l'inégal refroidissement de diverses substances; mais il dépend surtout d'une cause spéciale qui continue d'agir lorsque les températures sont devenues fixes, et qui conserve la différence de ces tempé-

ratures. Pour reconnaître cette cause, il faut la considérer dans le fait suivant, qui ne diffère qu'en apparence de celui dont on a demandé l'explication. Le changement que subit une surface métallique lorsqu'on la couvre d'un enduit noir augmente dans un rapport beaucoup plus grand la quantité de chaleur rayonnante émise par la surface, qu'il n'augmente la quantité de chaleur totale communiquée à l'air. Ce résultat est donné immédiatement par l'observation. En effet supposons qu'un vase dont la surface extérieure a l'éclat métallique soit rempli d'un liquide échauffé, et que l'on observe la durée du refroidissement dans l'air, ou le temps t qui s'écoule pendant que l'excès de la température du vase sur celle de l'air passe d'une valeur donnée a à une valeur moindre b. On trouvera que le temps t, qui répond à cet abaissement de température $a-b$, est beaucoup plus grand que le temps t', qui répondrait à cette même différence $a-b$, si l'on couvrait toute la surface du vase d'un vernis noir. Le rapport $\frac{t'}{t}$ a pour valeur $\frac{1}{2}$, ou une fraction un peu plus grande que $\frac{1}{2}$.

Pour mesurer la quantité de chaleur rayonnante émise par une partie de la surface du même vase, on reçoit ses rayons à une certaine distance sur un miroir métallique concave, au foyer duquel est un thermomètre d'air très-sensible. La quantité dont la température du thermomètre s'élève au-dessus de celle de l'air indique l'effet du rayonnement : or si la partie de la surface échauffée dont les rayons tombent sur le miroir est couverte d'un enduit noir, le résultat est beaucoup plus grand que si cette même surface a l'éclat métallique. La température du vase étant la même dans les deux cas, et supposée égale

à celle de l'eau bouillante, l'élévation du thermomètre est sept fois ou huit fois plus grande lorsque la surface rayonnante est noircie que lorsqu'elle est métallique. Ainsi, le changement d'état de la superficie facilite beaucoup plus l'émission de la chaleur rayonnante qu'il ne facilite le refroidissement total qui s'opère dans le milieu, tant par le contact de l'air que par le rayonnement.

XXVI.

Ce dernier fait a un rapport nécessaire avec l'inégalité de température que l'on observe pendant la nuit entre deux thermomètres, dont l'un est noirci et l'autre enveloppé d'une feuille métallique. On connaîtra distinctement la relation de ces deux effets en examinant les conditions qui déterminent la température fixe d'un thermomètre exposé à la chaleur rayonnante d'une partie de la surface d'un vase.

Si le vase est plus échauffé que l'air, le thermomètre s'élève et prend une température moyenne comprise entre celle de la surface rayonnante et celle de l'air. Le thermomètre parvient à un état fixe lorsqu'il perd, à chaque instant, dans le milieu, une quantité de chaleur égale à celle qu'il acquiert par le rayonnement du vase. Il faut considérer que le thermomètre qui reçoit les rayons de la surface échauffée lui envoie aussi une partie de sa chaleur rayonnante; mais la quantité envoyée est moindre que la quantité reçue, parce que les températures ne sont point les mêmes; et la différence des deux quantités est la chaleur acquise, équivalente à la chaleur communiquée au milieu.

Si, au contraire, le corps rayonnant est moins échauffé que l'air, le thermomètre s'abaisse et prend encore une température fixe comprise entre celle du milieu et celle de la surface du corps. Il reçoit de cette surface une certaine quantité de chaleur rayonnante; mais il lui envoie une quantité plus grande, et la différence est la chaleur perdue par l'effet du rayonnement mutuel. En même temps le thermomètre, étant moins échauffé que l'air, acquiert une quantité de chaleur toujours égale à celle qu'il perd dans son échange avec la surface rayonnante.

XXVII.

On détermine facilement, au moyen de ces conditions, la température fixe β, que le thermomètre μ doit acquérir lorsqu'il est exposé à la chaleur rayonnante qu'une surface donnée S (*fig.* 10) lui envoie, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un miroir concave M. En désignant par a et b les températures inégales du milieu et de la surface rayonnante, on trouvera cette relation très-simple :

$$\beta - a = (b - a)\,\frac{r}{r+h} \qquad (e).$$

r et h sont des coefficiens qui dépendent de l'état des surfaces du thermomètre et du vase.

r est la quantité de chaleur rayonnante que la boule μ du thermomètre couverte d'un enduit noir et retenue à la température o recevrait pendant l'unité de temps du vase échauffé si la surface de ce vase était noircie, et si sa température fixe était celle de l'eau

bouillante. On comprend dans la valeur de r la chaleur rayonnante qui, tombant sur le miroir, est réfléchie au foyer μ, et celle que le vase pourrait envoyer au thermomètre par le rayonnement direct.

On désigne par h la quantité de chaleur que la même surface μ, élevée à la température fixe de l'eau bouillante, communiquerait pendant l'unité de temps, par le contact et par le rayonnement, aux corps solides ou fluides qui l'environnent, si la température constante de ces corps était o. On ne comprend point parmi ces corps environnans le vase échauffé SS, dont l'effet distinct est représenté par r.

L'équation précédente est générale, et s'applique par conséquent au cas où la surface rayonnante S est moins échauffée que le milieu. Dans ce cas, on détermine encore la température β par l'équation (e), ou :

$$\frac{a-\beta}{a-b}=\frac{r}{r+h} \qquad (e).$$

XXVIII.

Si l'on change l'état de la surface rayonnante S en la couvrant d'une feuille métallique, celle du thermomètre μ demeurant noircie, le coefficient r prend une valeur différente mr qui, dans les expériences les plus connues, est huit fois ou neuf fois moindre que r.

Si l'on couvre le thermomètre μ d'une enveloppe métallique, le vase demeurant noirci, la valeur de r devient aussi égale à mr. La fraction m a la même valeur que dans le cas précédent, la propriété d'émettre la chaleur

rayonnante étant la même que celle de l'absorber. Dans ce second cas où la surface μ est métallique, le coefficient h devient égal à nh, n étant une fraction qui approche beaucoup de $\frac{5}{9}$.

Si les surfaces du thermomètre et du vase sont l'une et l'autre métalliques, le coefficient h équivaut à nh, et le coefficient r à m^2r. Tous ces résultats sont pleinement confirmés par les observations. De quelque manière que l'on fasse varier l'état des surfaces, et soit que leur température soit plus grande ou moindre que celle du milieu, on trouve les mêmes valeurs de r et h, et l'on peut aussi déterminer directement ce dernier coefficient en comparant les durées du refroidissement des vases dont la superficie est métallique ou noircie.

Nous ferons remarquer ici que M. Leslie a donné depuis long-temps l'explication des effets distincts de la chaleur communiquée au contact, et de la chaleur rayonnante. On trouve dans ses ouvrages l'expression exacte des conditions de l'équilibre, le thermomètre étant placé dans l'air et exposé à l'action rayonnante d'une surface.

XXIX.

On voit maintenant, au moyen de l'équation,

$$\frac{\beta - a}{b - a} = \frac{r}{r + h},$$

que la valeur de β ne varierait point si, en changeant l'état de la surface S, on augmentait, dans le même rap-

port, l'effet h du refroidissement et l'effet r du rayonnement. Il est facile d'apercevoir sans calcul la vérité de cette conséquence; car la température du thermomètre μ ayant pris sa valeur fixe β, si l'on change la surface μ qui était noircie, et si on la couvre d'une enveloppe métallique, toutes les autres conditions demeurant les mêmes, on diminuera à-la-fois la quantité de chaleur rayonnante que le thermomètre reçoit du vase, et la quantité totale de chaleur que ce thermomètre communique aux autres corps environnans, soit par le contact, soit par le rayonnement. Or si l'on supposait que ces deux quantités diminuassent dans le même rapport, et que, par exemple, l'une et l'autre fussent réduites à la moitié de leurs valeurs précédentes, la chaleur acquise par le rayonnement du vase ne cesserait point d'être égale à la chaleur perdue dans le milieu. Donc la température β n'éprouverait aucun changement.

En général, si le changement d'état d'une surface affectait également la propriété d'émettre la chaleur rayonnante (ou, ce qui est la même chose, celle de la recevoir), et la propriété de communiquer la chaleur à l'air par le contact (ou, ce qui est la même chose, celle de la recevoir de l'air par le contact), on observerait des résultats très-différens de ceux que toutes les expériences nous ont montrés. Deux thermomètres, l'un métallique et l'autre noirci, exposés de la même manière aux rayons du soleil, prendraient la même température. L'élévation d'un thermomètre au foyer d'un miroir concave qui réfléchit la chaleur rayonnante d'un vase échauffé serait la même, soit que la boule du thermomère fût noircie, soit qu'elle fût enveloppée d'une feuille de métal. On

remarquerait aussi que le temps nécessaire pour abaisser la température du vase d'un degré donné à un autre deviendrait double, triple, quadruple, à raison du changement de la surface de ce vase, lorsque l'élévation du thermomètre placé au foyer du miroir deviendrait deux fois, trois fois, quatre fois moindre. Enfin, un thermomètre noirci et un thermomètre métallique exposés de la même manière à l'impression d'un corps froid, ou, ce qui est la même chose, placés pendant la nuit sous un ciel découvert, acquerraient des températures égales.

Si, au contraire, le changement d'état d'une surface agit inégalement sur la propriété de communiquer la chaleur à l'air par le contact, et sur la propriété d'émettre la chaleur rayonnante, tous les effets seront semblables à ceux que l'on observe. Il est important de reconnaître qu'ils constituent un fait unique, parce qu'on acquiert ainsi le moyen de les prévoir et de les calculer exactement; ce qui est le but de toute théorie.

L'inégalité de température fixe de deux thermomètres qui ne diffèrent que par l'état de la surface n'est donc point contraire au principe général qui suppose la faculté de communiquer la chaleur équivalente à celle de la recevoir; mais il faut considérer que ces deux propriétés ne sont identiques que lorsqu'elles s'exercent de la même manière. La facilité avec laquelle la chaleur rayonnante se dissipe à travers la surface est égale à celle de cette même surface pour absorber la chaleur rayonnante des corps voisins. Il en est de même lorsque la communication a lieu par le contact. La facilité de cette communication ne change point, soit que la chaleur passe d'une surface donnée dans l'air, soit qu'elle passe

de l'air dans cette même surface. Ainsi, les deux propriétés que l'on considère sont égales entr'elles lorsqu'elles se rapportent à un même mode de communication, et, dans les autres cas, elles sont très-différentes.

Au reste, la transmission de la chaleur au contact s'exerce encore par voie de rayonnement; car la chaleur sensible au thermomètre n'a qu'un seul mode de communication, celui qui est propre à la matière rayonnante. Mais si la distance à laquelle les rayons se portent immédiatement est très-petite, l'effet général n'est point le même que si les rayons émis peuvent traverser l'air ou les solides diaphanes.

XXX.

On pourrait encore poursuivre cet examen et rechercher la cause physique de l'inégale influence du changement de la surface; mais cette discussion exigerait des expériences qui n'ont point encore été faites. On ne connaît que très-imparfaitement les effets de la chaleur rayonnante dans les espaces vides d'air, et le changement qu'ils subiraient dans ces espaces, si l'on faisait varier l'état des surfaces, l'obliquité de l'émission, ou les températures. La plupart des effets que les physiciens ont observés sont trop complexes, et ils sont trop modifiés par la présence de l'air et la proximité des corps solides dont la température est variable, pour qu'on en puisse déduire avec précision les élémens simples de la théorie.

Cependant l'ensemble des observations indique avec assez de vraisemblance une cause plus générale qui tient

à la nature même de la chaleur, et fait varier inégalement l'intensité *r* du rayonnement et l'intensité *h* du refroidissement total. Ce résultat est analogue aux phénomènes photométriques : il provient de ce que la chaleur perdue par les corps qui se refroidissent dans l'air se divise en deux parties qui ne possèdent point au même degré des propriétés semblables à celles de la lumière. Le refroidissement d'un corps, dans un milieu aériforme, est un effet très-composé qui dépend de l'espèce et de la densité du fluide, des mouvemens que les changemens de température occasionnent dans ce milieu, de l'état des surfaces et de la nature de tous les corps voisins. On ne peut douter qu'il n'y ait une partie de la chaleur qui se communique à l'air par le contact, et une autre partie qui traverse directement ce fluide. Cette seconde partie, ou la chaleur rayonnante, est elle-même, dans les hautes températures, formée de deux autres, dont l'une ne peut pénétrer que les milieux élastiques, pendant que l'autre se transmet à travers les solides ou les liquides diaphanes. On l'observe en interposant, à quelque distance d'un corps très-échauffé, une lame mince d'eau glacée, et en plaçant au-delà un thermomètre d'air extrêmêment sensible. La chaleur rayonnante est arrêtée presque toute entière à la première surface de la table glacée; le reste traverse la glace, et produit sur le thermomètre un effet peu intense, à la vérité, mais qui devient de plus en plus sensible à mesure que le corps rayonnant est plus échauffé, et l'intensité de l'effet croît plus rapidement encore que les températures. La chaleur rayonnante participe à diverses propriétés de la lumière; elle pénètre à travers les milieux élastiques, se réfléchit

sur les surfaces métalliques polies, est absorbée par les corps noirs, et sa réflexion sur les métaux paraît lui imprimer aussi des dispositions spéciales semblables à celles de la lumière. Une petite partie de la chaleur rayonnante joint à ces propriétés celle d'être transmise par les solides ou les liquides diaphanes, et d'être sujette aux forces réfractives.

De ce que la chaleur sensible au thermomètre peut être ainsi divisée en différentes portions, on ne doit pas conclure qu'elle est formée d'élémens de diverse nature. Nous savons, au contraire, que la chaleur lumineuse, la chaleur rayonnante obscure et celle qui, ne traversant pas l'air, est communiquée à ce milieu par le contact, changent d'état et de propriétés, et se convertissent les unes dans les autres lorsque les températures varient; et il en est de même de la chaleur non sensible au thermomètre qui entre dans la composition des corps solides ou liquides. Cette séparation des diverses parties de la chaleur que les corps abandonnent en se refroidissant, et dont nous avons souvent observé les effets distincts, fait assez connaître comment le changement d'état de la surface d'un corps peut influer très-inégalement sur la chaleur émise par irradiation, et sur la chaleur communiquée par voie de contact. L'application d'un enduit noir augmente beaucoup la propriété d'absorber ou d'émettre la chaleur rayonnante, mais ne produit pas le même effet sur la partie de la chaleur qui est enlevée ou apportée par le contact toujours renouvelé des particules de l'air. On peut réciproquement augmenter beaucoup l'effet du contact sans changer celui du rayonnement : c'est ce qui arrive lorsqu'on augmente la vitesse du courant d'air.

XXXI.

Nous remarquerons, à ce sujet, que Newton, qui a recherché le premier la loi du refroidissement des corps, les supposait placés dans un courant d'air d'une vitesse constante. C'est dans cette hypothèse seulement qu'il regarde la quantité de chaleur perdue à chaque instant comme sensiblement proportionnelle à l'excès de la température du corps sur celle de l'air. Il ne déduisait point ce résultat d'une notion hypothétique de la communication de la chaleur; il le fondait sur ce que les particules de l'air amenées au contact par le courant uniforme devaient prendre une température proportionnelle à celle du corps. Nous citerons les expressions mêmes de ce grand géomètre. *Ex igne exemptum (ferrum) locavi in loco frigido ubi ventus constanter spiraret.......... locavi autem ferrum non in aere tranquillo, sed in vento uniformiter spirante, ut aer a ferro calefactus semper abriperetur a vento.........: Sic enim aeris partes æquales æqualibus temporibus calefactæ sunt, et calorem conceperunt calori ferri proportionalem.* (*Tabul. calor. Isaac. Newton. Opera. Edit. Horsley Lond.* 1782. Tom. IV, p. 407.)

On ne connaissait point alors les effets distincts de la chaleur rayonnante. Le refroidissement des corps dans l'air tranquille, ou plutôt dans l'air qui n'a d'autres mouvemens que ceux qui résultent des changemens de densité suit une loi différente que Newton n'a point considérée; et l'on sait que le coefficient désigné par *h* contient, dans ce cas, un terme qui dépend de la température. Cela a lieu en général lorsque les températures sont

élevées, et lorsque la chaleur rayonnante est une partie assez considérable de la chaleur perdue pendant le refroidissement.

XXXII.

La relation qui subsiste entre la nature des surfaces et la faculté d'absorber la chaleur rayonnante devient surtout manifeste dans les expériences photométriques ; car, en exposant à une vive lumière deux thermomètres d'air très-sensibles, dont l'un a une boule de verre transparent, et l'autre une boule noircie, on observe que la température du second s'élève au-dessus de celle du premier ; et la différence croît avec l'intensité de la lumière. Le même phénomène a lieu dans le vide ; il y est même plus sensible, parce que les corps y perdent moins facilement leur chaleur. Il s'opère encore un effet semblable lorsqu'on expose aux rayons du soleil deux thermomètres, dont l'un a une boule argentée et l'autre une boule dorée. Le premier s'élève moins que le second ; la lumière, étant plus facilement absorbée par la surface dorée, l'échauffe plus qu'elle n'échauffe l'autre surface ; et comme la facilité de perdre la chaleur dans le milieu est égale ou presqu'égale de part et d'autre, il est nécessaire que la température fixe de la surface dorée surpasse celle de l'autre thermomètre, afin que la chaleur acquise demeure toujours équivalente à la chaleur perdue. On voit par là que c'est une cause semblable qui détermine la différence de température des deux thermomètres noirci ou métallique exposés à la même impression de la chaleur rayonnante. Nous pen-

sons que l'on doit regarder, dans tous les cas, cette inégalité de température comme un effet photométrique. Il est dû à la partie de la chaleur qui a des propriétés communes avec la lumière.

XXXIII.

Les remarques précédentes peuvent servir à déterminer la température de l'air lorsque le thermomètre est exposé au rayonnement d'une surface plus échauffée ou moins échauffée que le milieu.

Un thermomètre placé dans l'air n'en indique la température que si ce fluide et tous les corps environnans ont et conservent cette température commune. On connaîtra si cette dernière condition est remplie en observant dans l'air deux thermomètres, dont l'un est noirci, et dont l'autre est séparé du milieu par une enveloppe métallique; car ces deux instrumens marqueront le même degré dans un lieu d'une température uniforme, et ils marqueront des degrés différens lorsqu'ils seront également exposés aux rayons d'un corps qui n'aurait pas la température commune. Si la surface rayonnante est plus échauffée que l'air, le thermomètre noirci s'élèvera plus que celui dont la boule est couverte d'une feuille métallique. L'effet contraire aura lieu si la surface est plus froide que l'air. En général l'inégalité de température de ces deux thermomètres fait connaître la présence d'un corps qui leur envoie sa chaleur rayonnante ou sa lumière, et qui n'a point la même température que l'air.

En observant la différence des deux instrumens, on

peut mesurer assez exactement, 1° l'intensité du rayonnement; 2° la température même de l'air. Aucun des deux thermomètres n'indique cette température; car ils sont tous les deux plus échauffés que l'air, ou tous les deux plus froids.

En général, la température de l'air est égale à celle du thermomètre métallique, plus la différence des températures des deux thermomètres divisée par un nombre constant. Il faut prendre cette différence avec le signe + si le thermomètre noirci est le moins élevé, et la prendre avec le signe —, dans le cas contraire. En choisissant pour exemples les observations les plus connues, on trouve que le diviseur constant diffère peu de 4. Il dépend de la position du thermomètre par rapport aux corps rayonnans.

On voit par là qu'un thermomètre exposé pendant la nuit sous un ciel serein indique une température inférieure à celle de l'air. Ainsi, la différence entre la température de la terre qui se couvre de rosée et celle de l'air, à un ou deux mètres de hauteur, est un peu plus grande que celle qui a été mesurée. En effet, en substituant au thermomètre supérieur placé dans l'air deux autres thermomètres, dont le premier μ' a une enveloppe métallique, et le second μ est noirci, on a toujours remarqué que ce dernier μ est moins élevé que μ': donc ils indiquent l'un et l'autre une température inférieure à celle de l'air. Ils sont retenus dans cet état par l'action constante des rayons froids qu'ils reçoivent à travers l'atmosphère.

Nous allons maintenant rappeler, dans un dernier article, les divers effets de ce rayonnement.

XXXIV.

L'impression des rayons froids que la surface de la terre reçoit continuellement et dans toutes les directions, à travers les espaces atmosphériques, est rendue sensible pendant la nuit par la formation de la rosée; cet effet suppose presque toujours que la température des corps devient moindre que celle de l'air.

On reconnaît directement la même cause en exposant, après le coucher du soleil, un thermomètre à l'air libre. La température qu'il indique augmente lorsqu'on place au-dessus de l'instrument un obstacle qui intercepte l'aspect d'une partie du ciel.

Cette élévation de la température est plus grande si, toutes les autres conditions demeurant les mêmes, la surface interposée coupe les rayons voisins de la verticale.

On peut réunir au foyer des miroirs métalliques concaves ces rayons qui descendent à travers l'atmosphère, et que l'on désigne comme froids parce que les particules matérielles qui les envoient ont une température inférieure à celle du corps qui les reçoit.

Le décroissement de température que l'on observe après le coucher du soleil, depuis un point situé à une assez grande hauteur jusqu'à la surface de la terre, est dû au refroidissement de cette surface, qui perd très-promptement sa chaleur par l'irradiation.

Tous les effets que l'on vient de rappeler sont moindres ou cessent entièrement si le ciel se couvre de nuages épais, et si l'air est agité, parce que les grands mouvemens de l'atmosphère tendent à mêler les températures

et diminuent l'influence relative du rayonnement, en augmentant la quantité de chaleur enlevée ou communiquée par le contact de l'air. Quant aux nuages, ils interceptent les rayons que le thermomètre recevait et les remplacent par d'autres rayons dont la température est un peu plus élevée.

Cette même cause, qui agit continuellement et de toutes parts sur le thermomètre lorsque la transparence de l'atmosphère n'est point troublée, est indiquée par d'autres effets que nous ne considérons point ici, et qui peuvent aussi servir à en mesurer l'intensité; mais aucune observation ne la rend plus manifeste que l'inégale température de deux thermomètres, dont l'un est noirci et l'autre métallique. Il n'y a que l'influence rayonnante des corps froids qui puisse abaisser la température du premier thermomètre au-dessous de celle du second, et rendre ainsi négative la différence que produisait en sens contraire la présence du soleil.

La plupart des questions qui sont l'objet des notes précédentes avaient été examinées et résolues dans les ouvrages de MM. Prévost et Leslie. Elles auraient été expliquées d'une manière plus claire et plus complète par les auteurs de ces ouvrages, ou par les savans rédacteurs de ces *Annales*. Toutefois le rapprochement que nous en avons fait ne sera point sans utilité. Il a pour but de montrer que la solution de ces questions dépend d'un petit nombre de principes, et que les effets les plus variés de la chaleur rayonnante se ramènent facilement à la théorie commune.

Sur *les Combinaisons de l'hydrogène protophosphoré et perphosphoré avec l'acide hydriodique.*

Par M. Houton-Labillardière.

Extrait du *Journal de Pharmacie*. III. 454.

L'hydrogène que j'appelle *protophosphoré* est celui qu'on obtient en chauffant l'acide phosphoreux obtenu par la combustion lente du phosphore dans l'air : l'hydrogène perphosphoré est celui qui se dégage d'un mélange d'eau, de chaux et de phosphore, dans lequel ce dernier est en excès ; on ne recueille point les premières portions parce qu'elles sont altérées par l'air des vaisseaux. Le gaz hydrogène protophosphoré se distingue du perphosphoré en ce qu'il n'a pas la propriété de s'enflammer par le contact de l'air, et qu'il n'abandonne pas de phosphore par le repos. Il est cependant à remarquer qu'on peut enflammer ce gaz dans l'air, à la température ordinaire, en le *raréfiant*. « On s'assure de ce fait en » introduisant dans une éprouvette très-forte et longue, » entourée d'un grillage de fil de fer pour éviter les » morceaux si le vase venait à casser, de l'air ou de » l'oxigène et de l'hydrogène protophosporé, en main- » tenant le mercure dans l'éprouvette, au niveau du » mercure extérieur ; alors, en élevant l'éprouvette de » manière que le mercure de l'éprouvette soit à deux » décimètres environ au-dessus du mercure du bain » lorsqu'on opère à 20° c., il se produit tout-à-coup » une détonnation dans l'éprouvette. Lorsque la tempé-

» rature est au-dessous de 20°, il faut raréfier davantage » le mélange pour en opérer la combustion.

« Il est à remarquer que le phosphore brûle dans » l'oxigène très-raréfié......... Il est extrêmement pro- » bable que si l'on mettait l'hydrogène perphosphoré » en contact avec de l'air ou de l'oxigène très-comprimés, » il cesserait de s'enflammer (1). »

Pour obtenir l'acide hydriodique gazeux, on prend un tube d'un centimètre de diamètre environ, fermé à la lampe par une de ses extrémités; on y introduit l'iode et le phosphore, en les superposant avec du verre grossièrement pulvérisé et humecté; il suffit alors de chauffer avec la lampe à esprit-de-vin pour dégager le gaz hydriodique, que l'on dessèche en le faisant passer sur du chlorure de calcium. Par ce procédé, le dégagement du gaz peut être modéré à volonté.

En remplissant un vase d'hydrogène protophosphoré et en y faisant arriver du gaz hydriodique, il se dépose sur ses parois des cristaux blancs, de forme cubique, se volatilisant à une douce chaleur, sans se fondre ni se décomposer. L'eau, l'alcool, les acides, au moyen de

---

(1) On est redevable à Bellani (*Bul. de Phar.* V. 496.) du fait curieux que le phosphore éprouve une combustion lente dans l'oxigène pur très-raréfié; c'est par là qu'il explique pourquoi ce corps brûle dans l'air, où l'oxigène, ne faisant que le cinquième du volume, est nécessairement très-dilaté. Ce fait et celui de l'inflammation de l'hydrogène protophosphoré dans l'air ou l'oxigène raréfiés, observé par M. Labillardière, méritent d'autant plus d'attention qu'ils sont plus extraordinaires. R.

l'eau qu'ils contiennent, les bases par leur affinité pour l'acide hydriodique, décomposent ces cristaux et en dégagent avec effervescence l'hydrogène protophosphoré. Le mercure, ainsi que les gaz hydrochlorique, hydrosulfurique, carbonique, l'oxigène et l'air, parfaitement secs, ne leur font éprouver aucune altération. Le gaz ammoniacal les décompose en dégageant l'hydrogène protophosphoré, et en se combinant avec l'acide hydriodique. Il se dégage un volume d'hydrogène protophosphoré égal à celui du gaz ammoniacal absorbé (1).

La combinaison de l'hydrogène perphosphoré avec le gaz hydriodique s'obtient de la même manière que la précédente : elle présente à-peu-près les mêmes propriétés; mais il est aisé de l'en distinguer en ce que l'eau en dégage de l'hydrogène protophosphoré avec précipitation de phosphore, et en ce que le gaz ammoniac n'en sépare que la moitié de son volume d'hydrogène protophosphoré, et qu'on obtient du phosphore comme avec l'eau.

Ces composés s'altérant facilement à l'air, et le gaz hydriodique étant promptement décomposé par le mercure, le meilleur moyen de les analyser est de les décomposer par l'eau, qui s'empare de l'acide hydriodique et laisse dégager le gaz hydrogène phosphoré, dont il est aisé d'apprécier le volume. Pour obtenir l'acide hydriodique, on ajoute du carbonate saturé de

(1) Et comme le gaz ammoniacal et le gaz hydriodique se combinent à volume égal, il faut en conclure que les cristaux sont formés de volumes égaux d'hydrogène protophosphoré et de gaz hydriodique. R.

soude, duquel l'acide dégage un volume de gaz carbonique égal au sien; car, dans les hydriodates et les carbonates saturés, la même quantité de base est naturalisée par des volumes égaux de chacun de ces acides.

En suivant ce mode d'analyse et en opérant sur des quantités de cristaux obtenues avec un volume connu d'hydrogène protophosphoré ou perphosphoré, j'ai trouvé que la combinaison où entre l'hydrogène protophosphoré est formée de volumes égaux de ce gaz et d'acide hydriodique, et que l'autre est formée d'un volume d'hydrogène perphosphoré et de deux d'acide.

La combinaison de l'hydrogène perphosphoré donne, en se décomposant par l'eau, un volume égal d'hydrogène protophosphoré; il faut par conséquent conclure que le premier de ces gaz ne diminue pas de volume, et perd seulement du phosphore en se changeant en hydrogène protophosphoré. L'analyse de ces deux gaz par le potassium conduit au même résultat, et elle prouve de plus qu'ils contiennent chacun un volume et demi d'hydrogène.

C'est M. Gay-Lussac qui a observé le premier le composé d'hydrogène protophosphoré et d'acide hydriodique; mais il n'a pas connu sa véritable nature. (*Ann. de Chim.*, vol. XCI, p. 14.) M. Dulong l'a déterminée, et a fait voir de plus que les deux gaz hydrogènes phosphorés avaient la propriété de se combiner avec l'acide hydriodique gazeux, sans toutefois rechercher les proportions des composés. (*Mémoires de la Société d'Arcueil*, III. 450.) Je propose, d'après leur analogie avec les sels, de les désigner par le nom d'*hydriodates d'hydrogènes phosphorés*.

PROCÉDÉ *pour dépouiller le Pétrole de Travers, et quelques autres huiles minérales, de leur mauvaise odeur.*

PAR M. T. DE SAUSSURE.

Bibliothèque universelle. Vol. VI. 115. (Extrait.)

LA mine d'asphalte de Travers, dans le canton de Neufchâtel, est un calcaire très-bitumineux qui, par une première distillation, donne de l'eau, du gaz hydrogène carboné et sulfuré, et un liquide huileux composé de matière poisseuse, d'un principe odorant très-fétide, et d'une petite quantité de naphte. Tout le liquide huileux est soumis à une seconde distillation qui en dégage du pétrole infect, très-liquide, en laissant pour résidu une matière poisseuse qu'on emploie en Suisse pour enduire les essieux des voitures, sous le nom de *graisse de char*. Le pétrole n'est presque d'aucun usage dans les arts, à cause de son odeur désagréable; mais s'il en était dépouillé, il pourrait remplacer les huiles essentielles dans les vernis et dans les préparations pharmaceutiques. Je me suis déterminé à le soumettre à quelques expériences, et, en lui appliquant à-peu-près le même procédé de purification que pour l'huile de colza (1), je suis parvenu à lui enlever son principe odorant.

1°. « J'ai ajouté au pétrole renfermé dans une bou-

(1) C'est à M. Thenard qu'on doit ce procédé : il est décrit dans les *Annales de Chimie*, vol. XXXVIII, p. 297. R.

teille dont il occupait environ le tiers une quantité d'acide sulfurique du commerce, équivalente à la dixième ou à la neuvième partie du poids de l'huile, et j'ai mêlé les liquides pendant sept à huit minutes, en secouant fortement le vase après l'avoir fermé. Il ne convient pas d'opérer sur de trop grandes doses de pétrole, parce que le mélange se fait alors trop difficilement. La proportion d'acide peut être augmentée ; et plus elle l'est, plus on est sûr du succès de l'opération. Un quinzième d'acide suffirait à trois ou quatre onces d'huile ; mais non pas à deux livres de ce bitume.

» 2°. J'ai laissé les substances en contact pendant une semaine, en les agitant chaque jour, excepté le dernier, où j'ai séparé avec soin, par décantation, l'huile, d'un dépôt noir, épais, très-fétide, qui paraît être une combinaison d'une portion de l'acide sulfurique avec le principe odorant modifié. La liqueur, décantée, avait une légère odeur d'acide sulfureux, qui a disparu par son exposition à l'air. Si, à cette époque, le pétrole conservait encore son odeur bitumineuse, elle indiquerait qu'on n'a pas assez vivement agité le mélange dans la première opération ; et il conviendrait de recommencer en ajoutant de nouvel acide.

» 3°. Le pétrole, séparé du dépôt précédent, a été mêlé avec une solution de potasse caustique, composée d'une partie de cet alcali séché au feu, et de 20 parties d'eau : lorsque l'huile s'est séparée par le repos, elle a été décantée, puis agitée fortement dans une grande bouteille fermée, pleine d'air, et dont l'huile n'occupait que la dixième partie ; elle a été mêlée ensuite avec quatre ou cinq fois son volume d'eau, qui y a formé

une émulsion laiteuse permanente, composée d'eau et d'une combinaison particulière d'acide et de pétrole, et sur laquelle le pétrole presque pur surnageait. Ce dernier a été de nouveau agité avec de l'air, puis lavé avec de l'eau. En répétant ainsi ces opérations (1), jusqu'à ce que l'huile, après avoir été agitée dans l'air, n'ait plus formé d'émulsion permanente avec l'eau, j'ai obtenu du pétrole moins odorant qu'aucune huile fixe végétale; il ne retenait qu'une quantité insignifiante d'acide sulfurique. Cette huile était d'abord trouble; mais elle s'est clarifiée complètement par la filtration au travers du papier et par un repos de quelques heures (2). »

(1) « On pourrait supprimer le traitement successif avec l'eau et l'air, et abréger ainsi beaucoup l'opération, en employant une solution deux fois plus chargée de potasse; mais la grande quantité de cet alcali rendrait le procédé trop dispendieux. Je dois observer que l'alcali qui a servi dans les proportions que j'ai indiquées pour la purification du pétrole est bien éloigné d'être saturé d'acide sulfurique, et qu'on peut employer le même sel à plusieurs purifications en faisant évaporer sa solution et rougir le résidu. »

(2) Nous sommes portés à croire que M. de Saussure serait parvenu à purifier le pétrole en beaucoup moins de temps et d'une manière plus économique, en commençant par le distiller avec l'eau, comme nous avons eu occasion de le pratiquer quelquefois. L'huile essentielle se séparerait de la matière bitumineuse avec laquelle elle est combinée dans le pétrole, et il est probable qu'il faudrait alors beaucoup moins d'acide sulfurique, et surtout d'alcali, pour lui faire perdre son odeur désagréable. R.

OBSERVATIONS *et Expériences sur l'Acide muriatique oxisulfuré (chlorure de soufre).*

Par COSIMO RIDOLFI.

(*Giornale di Fisica*, *etc*. X. 275.)

M. RIDOLFI s'est proposé de faire revivre l'ancienne théorie de l'acide muriatique oxigéné, d'après laquelle ce corps serait composé d'acide muriatique et d'oxigène. Il prend du chlorure de soufre préparé avec du chlore bien sec; il y dissout du phosphore, et il remarque qu'il s'en dégage de l'acide muriatique. En chauffant, sans le contact de l'air, il recueille encore de l'acide muriatique, du soufre et un peu d'acide sulfureux, et il lui reste une masse de couleur rousse, qui, chauffée plus fortement, devient blanche, solide, soluble dans l'eau, et manifeste toutes les propriétés de l'acide phosphorique. C'est là l'expérience capitale de M. Ridolfi, et il faut avouer qu'il serait bien difficile de ne pas adopter la conclusion qu'il en tire, s'il n'était permis d'élever aucun doute sur son exactitude. D'où viendraient en effet l'oxigène de l'acide phosphorique et l'acide muriatique si le chlore ne les a pas fournis? Mais, d'abord, M. Ridolfi ne dit point quelle est la quantité d'acide muriatique qu'il a obtenue; en second lieu, on desirerait savoir comment il s'est assuré que sa masse blanche, solide et soluble dans l'eau était de l'acide phosphorique; enfin, on pourrait encore desirer qu'il connût mieux tous les travaux qui ont été faits sur la nature du chlore. Il est donc permis de continuer à croire que

ce corps n'est pas composé jusqu'à ce que des expériences plus concluantes que celles de M. Ridolfi conduisent à une opinion contraire.

L'expérience de M. Lampadius sur la décomposition de l'acide du sel marin, qui a été portée en Angleterre et en Italie, revêtue de l'assentiment de M. Van-Mons, se laisse interpréter sans beaucoup de difficulté. Mettez dans un tube de fer de la limaille du même métal et du charbon fortement calciné ; à ce tube adaptez une cornue contenant du sel marin fondu et du sulfate de fer calciné. Commencez par porter le tube jusqu'au rouge, et chauffez ensuite la retorte. Les produits que vous obtiendrez seront de l'acide carbonique, de l'oxide de carbone et de l'hydrogène carboné. M. Lampadius vous apprendra, d'après ces résultats, que l'*hydrogène, oxigéné dans une autre proportion qu'il ne l'est dans l'eau, et réuni à une base inflammable, constitue le principal élément de l'acide marin.* (*Giornale di Fisica*. X. 286.) Mais le merveilleux de cette expérience disparaîtra si l'on remarque que le sulfate de fer calciné, employé par M. Lampadius, contenait certainement de l'eau et de l'acide sulfurique, qui ont donné naissance aux produits qu'il a obtenus, et que rien ne prouve encore que l'acide du sel marin ait changé de nature.

Nous saisirons cette occasion pour prévenir nos lecteurs que si nous n'avons pas parlé plutôt d'un Mémoire de M. Coze, également relatif à la composition du chlore,

et qui, il faut l'avouer, a été annoncé avec trop d'empressement, c'est parce qu'il ne nous avait pas paru renfermer des preuves suffisantes de l'opinion de l'auteur. Il a refait ses expériences à Paris, et nous savons qu'il s'est empressé de convenir de l'erreur où il était tombé, avec une franchise qui fait honneur à son amour pour la vérité.

EXTRAIT *du Voyage de l'*Alceste *à la mer Jaune, etc.*

QUELQUES naturalistes ayant récemment élevé des doutes sur la singulière faculté qu'on a attribuée à plusieurs espèces de serpens d'avaler des animaux beaucoup plus gros que les dimensions habituelles de leur corps ne sembleraient le comporter, nous avons pensé que l'article suivant ne serait pas lu sans intérêt. Nous l'avons traduit d'un ouvrage qui vient de paraître à Londres, sous ce titre : *Narrative of a voyage in his majesty's late ship Alceste to the yellow sea, etc., by John M' Leod, surgeon of the Alceste.*

Nous ferons seulement remarquer que le serpent auquel l'auteur donne le nom de *boa* est probablement un serpent du genre *python*. M. Cuvier a constaté que les véritables boas n'appartiennent qu'au Nouveau-Monde. Le boa empereur ou devin (*boa constrictor* de Linné) a été rapporté par MM. Le Vaillant, de Humboldt et Bonpland, de Surinam et de l'Orénoque.

« Quoique le *César* (1) eût un équipage très-nom-
» breux, deux singuliers passagers furent embarqués à
» Batavia pour être transportés en Angleterre, savoir:
» un serpent du genre nommé *Boa constrictor*, et un
» *Orang-Outang*. Le serpent était un petit individu de
» son espèce : sa longueur ne surpassait pas *seize*
» *pieds*; la circonférence avait environ *dix-huit pouces*.
» Quant aux dimensions de son estomac, elles étaient
» proportionnellement plus grandes, comme on verra
» tout-à-l'heure. Le *gentleman* à qui ce serpent ap-
» partenait en possédait d'abord un second tout sem-
» blable; mais pendant qu'on le transportait de Bor-
» néo, où il avait été pris, à Batavia, il parvint à
» s'échapper de la cage où il était renfermé : chacun
» s'empressa poliment de lui céder le pas et de dé-
» serter le pont. Le boa franchit alors le bord du
» bâtiment et se précipita dans la mer, qu'il prit peut-
» être pour un champ couvert de verdure. Il ne se
» noya pas de suite : de temps en temps on le vit élever
» la tête et une portion considérable du corps au-dessus
» des vagues. Son compagnon fut logé à *Ryswick*,
» dans la cour de M. Davidson...., Durant son séjour à
» Batavia on lui donnait habituellement une chèvre,
» pour dîner, toutes les trois ou quatre semaines. On y
» joignait quelquefois un canard ou une poule par
» forme de dessert. Ce boa fut transporté à bord du

---

(1) Le *César* est le nom du bâtiment sur lequel s'em-
barquèrent lord Amherst et les autres personnes qui fai-
saient partie de l'ambassade à la Chine, après le naufrage
de l'Alceste dans le détroit de Gaspar.

» *César*, dans une cage en bois de cinq pieds en » carré et de quatre pieds de haut, dans laquelle il » pouvait aisément se rouler sur lui-même. Les interstices » des barreaux de la cage étaient assez petits, et ne lui » permettaient pas de sortir : une porte glissante avait » été réservée pour l'introduction des alimens; six » chèvres de grandeur ordinaire avaient paru plus que » suffisantes pour toute la durée du voyage. Peu de » temps après notre départ de Batavia, nous eûmes, sur » le pont même du bâtiment, une représentation pu- » blique de l'habileté de ce serpent dans l'art de manger. » La porte glissante ayant été soulevée un moment, on » poussa une chèvre dans la cage. Ce pauvre animal » parut connaître à l'instant tout le danger de sa posi- » tion, jeta des cris perçans et de détresse, et néanmoins » présenta machinalement sa tête au serpent comme » pour se préparer au combat.

» Le boa, qui d'abord paraissait à peine faire atten- » tion à la chèvre, commença enfin à se remuer un » peu, et, tournant la tête du côté où elle était, il » lui lança un regard méchant et mortel qui parut ac- » croître subitement sa terreur. Avant que le serpent » la saisît, elle tremblait de tous ses membres : elle » persistait néanmoins toujours dans ses inutiles tenta- » tives de combat, et frappait çà et là son adversaire, » qui se trouva bientôt suffisamment animé pour le » banquet. Sa première opération fut de darder sa lan- » gue fourchue et de relever un peu la tête; ensuite, » saisissant brusquement l'animal par la jambe de de- » vant, il le renversa et l'entoura de ses horribles replis. » Les mouvemens du corps allongé du serpent se firent

» si instantanément que l'œil ne put pas suivre ses » rapides circonvolutions. Le corps ne présentait pas » toutefois l'aspect des filets d'une vis, mais for- » mait plutôt des nœuds : l'une des parties passait » sur l'autre comme pour ajouter à la force muscu- » laire et faciliter le broiement de l'objet enveloppé. » Quoique la précaution parût alors inutile, le serpent » ne se dessaisit pas de la partie de l'animal qu'il avait » d'abord mordue ; la pauvre chèvre continua à pousser » pendant quelques minutes des cris à moitié étouffés et » mourut. Le boa la retint néanmoins enveloppée » même long-temps après que tous ses mouvemens » avaient cessé. Ensuite il développa lentement et avec » précaution ses monstrueux replis, et se prépara pour » le festin. D'abord il se plaça devant la tête de l'ani- » mal et la lubrifia avec sa salive ; ensuite prenant le » museau dans sa gueule qui a toujours l'apparence » d'une blessure récente et déchirée, il *aspira* la chèvre » aussi loin que les cornes le permirent. Ces protubé- » rances opposèrent quelques petites difficultés, moins » encore à cause de leur étendue que de leur forme » anguleuse ; toutefois elles disparurent aussi à leur » tour ; mais on pouvait très-distinctement suivre leur » marche à travers la peau ; car elles semblaient devoir » la percer à tout moment. Lorsque la chèvre fut des- » cendue jusqu'aux épaules, on était étonné de voir » l'action extraordinaire qu'exerçaient les muscles du » boa : ces organes avaient alors acquis une exten- » sion prodigieuse, et qui aurait détruit tout pouvoir » musculaire dans un animal autrement conformé. » Le cou ressemblait ensuite à celui d'une peau de

» serpent empaillée et distendue presque jusqu'à crever: » néanmoins l'action des muscles était évidente, et le » pouvoir de succion, comme on le nomme à tort, ne » semblait pas affaibli. Ce pouvoir résidait en effet dans » la contraction des muscles, aidée par deux rangées » de dents très-fortes et crochues. Malgré tout cela, il » faut nécessairement admettre que la respiration du » serpent était suspendue pendant quelque temps; car » comment aurait-elle pu avoir lieu lorsque sa bouche » et son gosier se trouvaient entièrement remplis par le » corps de la chèvre, et tandis que les poumons mêmes » (quelque dure que soit la trachée-artère) devaient » être extrêmement comprimés durant la descente de » cet animal vers l'estomac.

» Toute l'opération, pour avaler complètement la » chèvre, exigea environ deux heures et vingt minutes; » après quoi la tuméfaction fut limitée à la partie » moyenne du corps, c'est-à-dire, à l'estomac. Les extré- » mités supérieures, qui avaient été d'abord si fortement » distendues, ayant repris leurs dimensions naturelles, » le reptile se replia sur lui-même et rentra tranquille- » ment dans son état habituel de torpeur pendant environ » trois semaines ou un mois; après quoi, son premier » repas paraissant être complètement digéré et dissous, » on lui offrit une autre chèvre qu'il dévora avec une » égale facilité. Il semblerait que tout ce qu'il avale » est converti en élément nutritif; car ses excrémens ne » se trouvaient composés que d'une petite quantité de » matière calcaire (peut-être moindre que la dixième » partie des os des chèvres), mêlée avec quelques poils; » ce qui explique comment le boa peut rester si long-

» temps sans nouvel aliment. Il éprouva plus de dif- » ficulté à tuer un poulet qu'un animal de plus grosse » dimension, le premier étant trop petit pour être serré » dans ses anneaux. »

Ce boa mourut après que le *César* eut dépassé le cap de Bonne-Espérance. « En le disséquant, ajoute » M. M' Leod, on reconnut que les enveloppes de l'esto- » mac étaient excoriées et perforées par des vers. Il » ne restait plus rien des chèvres, si ce n'est une » corne : *toutes les autres parties* avaient été dis- » soutes. »

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 3 *novembre* 1817.

L'Académie reçoit un *Tableau statistique du département de la Seine pour* 1816, par M. Quentin ; et un *Mémoire sur les Machines à feu à haute pression*, par M. Hachette. Ils sont renvoyés à l'examen de deux commissions.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire commence la lecture d'un Mémoire *sur les Os intérieurs de la poitrine.*

M. Huzard fait un rapport sur un Mémoire de M. Girard, professeur à l'Ecole vétérinaire d'Alfort.

Il résulte de ce Mémoire « que les animaux omni- » vores et carnivores vomissent naturellement, facile- » ment, avec peu d'efforts, et ne sont que peu ou » point fatigués par cette opération ;

» Que les herbivores monogastriques et les ruminans
» ne vomissent point, et que cette opération, lorsqu'elle
» a lieu chez eux, est un accident contre nature, tou-
» jours accompagné de circonstances graves et souvent
» suivi de la mort.

» M. Girard termine son Mémoire par faire des vœux
» pour que l'on puisse parvenir à produire le vomis-
» sement dans ces deux derniers genres d'animaux,
» comme dans les autres, parce qu'il croit avec raison
» qu'il pourrait souvent être un bon moyen thérapeu-
» tique. Il exprime ses regrets sur l'insuffisance des
» moyens qui ont été tentés jusqu'à présent dans cette
» vue. »

On fait un rapport sur l'*hydro-bascule* de M. Capron, dont l'objet est d'éviter les pertes d'eau qu'occasionne le passage des bateaux par les écluses des canaux de navigation.

L'emploi d'un flotteur pour les écluses des canaux de navigation a été conçu, dans le même temps, par M. de Bétancourt et par un savant anglais M. Hudleston; mais celui-ci a sur M. de Bétancourt l'avantage de l'avoir publié le premier. On pourrait donc être tenté de contester à M. Capron l'idée fondamentale sur laquelle repose son projet; mais il est juste d'observer que sa machine avait déjà été présentée à l'Institut en janvier 1805, et qu'à cette époque, on ne connaissait encore en France ni le travail de M. de Bétancourt, ni celui de M. Hudleston. Du reste, les commissaires ne croient le projet applicable qu'à des canaux de très petites dimensions.

M. Lacroix, au nom d'une commission, lit un rapport sur les *manuscrits* laissés par M. de Lagrange. La

commission propose de faire relier tous ces papiers en volumes, et de les déposer à la bibliothèque de l'Institut pour l'usage des savans français et étrangers qui voudront en prendre connaissance. Cette proportion est adoptée.

On renvoie à l'examen d'une commission le *Mémoire de M. Despretz sur le Refroidissement des métaux*. (*Voyez* le Cahier précédent.)

Séance du lundi 10 *novembre.*

Cette séance a été consacrée toute entière à des objets d'administration.

Séance du lundi 17 *novembre.*

M. Seeber présente un *Mémoire mathématique sur la constitution des corps solides*. (Des commissaires l'examineront.)

L'Académie a entendu la lecture d'un *Mémoire* de M. Fourier, dont nous espérons pouvoir présenter bientôt l'analyse, *sur la Température des habitations et le Mouvement de la chaleur dans des prismes rectangulaires*; et celle d'une *Dissertation* de M. Lelièvre, *sur l'Alumine silicifère*, dont on trouvera l'extrait plus bas.

M. Magendie lit un *Mémoire sur l'Acide prussique*. (Nous le ferons connaître prochainement.)

Séance du lundi 24 *novembre.*

M. Fresnel lit un *Mémoire sur les Modifications que la réflexion imprime à la lumière*. (Nous consacrerons un article détaillé à ce travail, qui nous a paru égale-

ment remarquable et par la nouveauté des résultats, et par les conséquences ingénieuses que l'auteur a su en déduire.)

M. Dupetit-Thouars lit un *Mémoire sur l'Accroissement de l'oignon.* (Nous attendrons le rapport des commissaires pour en présenter l'analyse.)

La Section de Zoologie et d'Anatomie présente la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par le passage de M. Scarpa à celle d'associé : MM. Schneider, Rudolfi, Lamouroux, Dutrochet, Poli, Rizzo, Kilby, Schreiber, Schweigher, Marcel de Serres, Noël de Lamorinière et Prévot.

La Section de Géométrie présente la liste suivante pour la place de correspondant vacante par la mort de M. Genty : MM. Kramp, Ivory, Plana et Gergone.

MÉMOIRE

Sur les Combinaisons du soufre avec les alcalis.

PAR J.-L. GAY-LUSSAC.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 15 décembre 1817.)

M. VAUQUELIN vient de publier, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (VI. 5), des *Expériences sur les Combinaisons du soufre avec les alcalis, et particulièrement avec la potasse, pour savoir en quel état se trouve l'alcali dans la combinaison.* Ce célèbre chimiste en a tiré plusieurs conséquences remarquables; mais

celle à laquelle je m'attacherai dans ce moment, est qu'*il est probable, mais non encore démontré, que, dans tous les sulfures faits avec les oxides alcalins, à une chaleur rouge, ces derniers perdent leur oxigène, et sont unis au soufre à l'état métallique, comme cela a lieu dans les autres sulfures métalliques.*

Il a trouvé en effet que si l'on chauffe jusqu'au rouge un mélange de carbonate de potasse bien desséché et de soufre, le sulfure qu'on obtient, étant dissous dans l'eau, produit une quantité de sulfate dont l'oxigène est justement égal à celui de la potasse employée. Quoique ce résultat soit favorable à la conséquence que nous venons de citer, il n'en est pas une preuve évidente, et M. Vauquelin n'en admet pas moins la décomposition de l'eau par l'action simultanée des alcalis et du soufre; car il ne croit pas, p. 41, « que la totalité de l'hydrogène qui se trouve dans ces composés (les hydrosulfates) soit fournie par le soufre, quoiqu'il soit disposé, d'après ses expériences, à y admettre une petite quantité de ce corps, ainsi que l'a déjà pensé M. Berthollet. »

La production de l'acide sulfurique lorsqu'on forme du sulfure de potasse à une haute température et qu'on le dissout dans l'eau, n'avait point échappé à la sagacité de M. Berthollet; mais il avait pensé que cette formation avait lieu au moment même où le sulfure est dissous dans l'eau (*Ann. de Chim.* XXV. 239 et 269), tandis que M. Vauquelin regarde comme probable que l'acide sulfurique se forme aux dépens de l'oxigène de la potasse, à une haute température.

Ayant examiné moi-même depuis plusieurs années ce qui se passe dans la dissolution par l'eau d'un sulfure

fait à une douce chaleur, j'avais été conduit à un autre résultat, savoir : qu'il ne se forme jamais de l'acide sulfurique, mais bien de l'acide sulfureux ou de l'acide hyposulfureux, et qu'on n'obtient qu'un sulfite ou un hyposulfite (*Ann. de Chim.* LXXVIII. 86) (1). J'avoue que j'avais annoncé ce résultat avec trop peu de détails sur les circonstances de mes expériences, et c'est peut-être la raison pour laquelle il a échappé à M. Vauquelin; mais je m'étais proposé de donner un peu plus tard, sur les combinaisons du soufre, un travail très-étendu dont j'ai été détourné par d'autres occupations. Quoiqu'il soit différent du résultat obtenu par MM. Berthollet et Vauquelin, il n'en est pas moins exact, et je vais même prouver qu'il se présente immédiatement toutes les fois que le soufre agit sur les bases alcalines. Je ramènerai la théorie de cette action à celle du chlore agissant sur les mêmes bases, et il en résultera de nouveaux rapprochemens entre ces deux corps simples.

Si l'on expose à une température rouge, comme l'a fait M. Vauquelin, un mélange de soufre et de sous-carbonate de potasse ou de soude bien desséché, il ne

---

(1) On avait toujours cru que les sulfites sulfurés étaient une combinaison du soufre avec les sulfites. Je crois être le premier qui les ait considérés comme de véritables sels formés par un acide particulier auquel j'avais proposé de donner le nom d'*acide persulfureux*; celui d'*hyposulfureux* depuis la découverte de l'acide hypophosphoreux par M. Dulong, m'avait paru beaucoup plus convenable, et il a été adopté par le Dr Thomson, dans la dernière édition de son *Système de Chimie*.

se dégage que de l'acide carbonique, et on obtient un sulfure qui, dissous dans l'eau et traité par le chlorure de barium, donne un précipité abondant de sulfate de baryte. A quelle époque de l'opération s'est formé l'acide sulfurique ? Est-ce pendant la formation du sulfure à une haute température, ou pendant sa dissolution dans l'eau ? Nous résoudrons bientôt cette question.

Si l'on forme un sulfure alcalin à une chaleur peu élevée qui n'atteigne jamais la chaleur rouge, et qu'on le dissolve ensuite dans l'eau, il ne se formera pas un atôme d'acide sulfurique. Qu'on prenne, par exemple, de la potasse à l'alcool solide, et qu'après l'avoir mêlée avec un poids à-peu-près égal de soufre, on la chauffe dans un matras jusqu'à ce que la combinaison paraisse opérée, on aura un sulfure d'un rouge brun, qui se dissoudra en totalité dans l'eau. Une portion de la dissolution, étendue d'eau distillée, ne précipitera point le chlorure de barium; ce qui prouvera qu'il ne s'est point formé d'acide sulfurique. Une autre portion de la dissolution, mais concentrée, donnera, au contraire, avec le chlorure de barium un précipité abondant qu'il sera facile de reconnaître pour de l'hyposulfite de baryte; car l'acide hydrochlorique en dégagera de l'acide sulfureux, et il ne restera qu'un dépôt solide de soufre. Quand la dissolution du sulfure n'est pas suffisamment concentrée, il ne se fait pas de précipité dans le moment où on y verse du chlorure de barium; mais, douze ou quinze heures après, on y trouve une belle cristallisation d'hyposulfite de baryte, quoique la dissolution ait été conservée à l'abri du contact de l'air.

Puisque, dans cette dernière expérience, il ne se forme

pas de l'acide sulfurique au moment où le sulfure se dissout dans l'eau, il faut nécessairement que, dans les expériences de MM. Berthollet et Vauquelin, il se soit formé à la haute température à laquelle le sulfure a été exposé. Cette conclusion va devenir plus évidente encore par les considérations suivantes.

On sait que le chlore, à une température ordinaire, peut former des chlorures d'alcali, lesquels se changent ensuite en chlorates et en chlorures, soit par la solubilité relative des composés que peuvent former les divers élémens en action, soit par toute autre cause. Si l'on faisait arriver le chlore sur les alcalis à une chaleur rouge, on n'obtiendrait plus les mêmes résultats; il se formerait seulement des chlorures métalliques, et il se dégagerait de l'oxigène. Il ne pourrait point se produire de chlorates; car tous ces sels ne supportent pas une température rouge sans se décomposer; mais il est permis de penser que s'ils pouvaient résister à ce degré de chaleur, on obtiendrait alors des chlorates et des chlorures.

Ce que nous venons de rappeler du chlore, et qui a également lieu pour l'iode, à quelques modifications près, s'applique très-bien au soufre. *A une température peu élevée* (1), ce corps se combine avec les alcalis sans les décomposer, et forme des sulfures d'oxide. Quand on dissout ces derniers dans l'eau, il peut arriver qu'ils ne

---

(1) Si la formation du sulfure ne devait avoir lieu qu'avec un dégagement de chaleur considérable, il faudrait éviter l'effet de ce dernier par l'interposition d'un corps qui partagerait la chaleur et s'opposerait à l'élévation de la température.

se décomposent point, ou qu'ils se changent en hyposulfites d'oxide et en sulfures métalliques, ou bien en hyposulfites et en hydrosulfates d'oxide. A une température élevée, les hyposulfites ne pourraient se former; car ces sels se décomposent aisément par la chaleur, et on obtiendrait des sulfates et des sulfures. Enfin, si les sulfates ne pouvaient supporter une température élevée sans se décomposer, il résulterait de l'action du soufre sur les oxides des sulfures et de l'acide sulfureux, comme de celle du chlore il résulte de l'oxigène et des chlorures.

Quand on dissout le sulfure de potasse dans l'eau, on peut faire les deux suppositions que l'oxigène est fourni au soufre par l'alcali, ou qu'il lui est fourni par l'eau. Dans chacune d'elles, la quantité d'acide hyposulfureux formée est la même, et comme il est composé d'une proportion de soufre et d'une proportion d'oxigène, l'alcali se divise en deux parties égales : on obtient, dans la première supposition, une proportion d'hyposulfite de potasse et une proportion de sulfure de potassium, et dans la seconde, une proportion d'hyposulfite de potasse et une proportion d'hydrosulfate. Il eût été possible qu'un sulfure fait à une haute température donnât, en se dissolvant dans l'eau, de l'hyposulfite, indépendamment du sulfate qui y est tout formé; mais ayant chauffé fortement un mélange de sous-carbonate de soude sec et de soufre, et l'ayant lavé plusieurs fois avec de l'alcool absolu, après l'avoir dissous dans le moins d'eau possible, je n'ai pu découvrir dans le résidu, au moyen de l'acide hydrochlorique, aucune trace d'acide sulfureux.

M. Vauquelin, après avoir trouvé que le sulfate con-

tenu dans le sulfure de potasse exposé à une température élevée, renfermait tout l'oxigène de la potasse employée, en a principalement conclu que c'était l'oxigène de l'alcali qui avait acidifié le soufre. Mais cette conclusion n'est pas évidente ; car en supposant que le sulfure de potasse, en se dissolvant dans l'eau, produisît de l'acide sulfurique, au lieu de l'acide hyposulfureux, il se formerait précisément la même quantité de sulfate, savoir : trois proportions pour quatre de potasse : or, M. Vauquelin ne s'était pas assuré que l'acide sulfurique était formé avant la dissolution du sulfure dans l'eau, et de plus, il n'avait pas prouvé qu'il ne se formait pas pendant l'acte même de la dissolution.

Quoique les sulfates et les hyposulfites se forment par l'action du soufre sur les oxides alcalins, dans des circonstances très-différentes, n'ayant aucun rapport entre elles, il me paraît qu'on doit considérer les hyposulfites comme étant le produit principal et immmédiat de cette action. Ces composés se forment constamment dans les mêmes circonstances que les chlorates et les iodates ; ils se forment encore par la décomposition des hydrosulfates à l'air, ou au moyen des oxides dans lesquels l'oxigène est très-peu condensé ; enfin, lorsque des combinaisons formées par les mêmes élémens en proportions diverses peuvent exister en même temps, on remarque que ce sont ordinairement les moins stables qui se forment les premières, pourvu d'ailleurs que leurs composans jouissent de propriétés saturantes. Ainsi, un chlorure de potasse se change immédiatement en chlorate, parce que de toutes les combinaisons du chlore avec l'oxigène, l'acide chlorique est la seule qui sature

complètement les bases. Au défaut de l'acide hyposulfureux, l'acide sulfureux pourrait se former; et je suis même porté à croire que, dans des circonstances convenables, la formation de ces deux acides est simultanée. Je me rappelle en effet d'avoir obtenu un sulfure de baryte qui, après sa dissolution dans l'eau, a laissé un résidu complètement soluble dans l'acide hydrochlorique avec dégagement de gaz sulfureux, et qui par conséquent devait être du sulfite de baryte. C'est pour cette raison que, dans le Mémoire cité (*Ann. de Chim.* LXXVIII. 86.), j'avais dit que les sulfures, en se dissolvant dans l'eau, produisent des sulfites ou des hyposulfites.

L'action du chlore sur les oxides alcalins et terreux s'arrête à l'alumine, et celle du soufre à la magnésie. Quelques chimistes ont avancé qu'il existait un sulfure de magnésie; mais je n'ai jamais pu réussir à l'obtenir.

Les combinaisons du soufre offrent encore beaucoup de points à éclaircir et exigeraient une longue discussion. Il me suffit, pour le moment, d'avoir démontré ce que M. Vauquelin avait seulement regardé comme probable, et d'avoir exposé la véritable idée qu'on doit se former des sulfures alcalins et de leur décomposition quand on les dissout dans l'eau, ou qu'on les expose à une température élevée.

Les phosphures alcalins ayant beaucoup d'analogie avec les sulfures, il est naturel de se demander si l'action de l'eau et de la chaleur sur ces composés produit des résultats semblables à ceux que nous ont offerts les sulfures. Si l'analogie était complète, il faudrait qu'un phosphure exposé à une température très-élevé ne don-

naît qu'un phosphate, et non un hypophosphite, en se dissolvant dans l'eau ; mais il n'en est pas ainsi.

J'ai formé un phosphure par les procédés ordinaires, et je l'ai exposé à une température très-élevée dans une atmosphère d'hydrogène. Ce phosphure, jeté dans l'eau, a donné en abondance du gaz hydrogène perphosphuré, et j'ai obtenu du phosphate et de l'hypophosphite de baryte, dans des proportions que je n'ai point déterminées. Il semblerait, d'après cette expérience, qu'à une température élevée, le phosphure s'est maintenu sans se décomposer; mais en admettant qu'il se soit formé du phosphure de barium et du phosphate de baryte, il n'est pas étonnant que par le contact de l'eau le phosphure ait produit de l'hypophosphite. En effet, au moment de ce contact, le barium s'est nécessairement converti en baryte au moyen de l'oxigène de l'eau, et la baryte, ne pouvant être neutralisée par l'hydrogène phosphuré, a dû déterminer la décomposition d'une nouvelle portion d'eau pour former l'acide hypophosphoreux qui devait la saturer. Ce n'est point une simple conjecture que j'avance dans ce moment : nous avons trouvé, M. Thenard et moi, que le phosphure de potassium donne beaucoup plus d'hydrogène perphosphuré qu'il ne serait possible d'en former avec l'hydrogène provenant de l'eau qu'il décompose pour s'oxider, et que la potasse a dû déterminer la décomposition d'une autre portion d'eau. (*Rech. physico-chim.* I. 211.) Ainsi, il n'est pas étonnant qu'avec un phosphure exposé à une température très-élevée on obtienne un hypophosphite en le dissolvant dans l'eau : cela est même nécessaire, l'hydrogène phosphuré n'ayant aucune propriété saturante.

En faisant agir le phosphore sur un oxide alcalin, à une température peu élevée, il semble que, par analogie avec ce que présente le soufre dans les mêmes circonstances, on ne devrait obtenir que de l'acide hypophosphoreux, et non de l'acide phosphorique. Je l'avais aussi conjecturé; mais l'expérience m'a appris que ces deux acides peuvent se former en même temps. Ayant mis dans une cornue tubulée une forte dissolution de potasse à l'alcool, je l'ai mise en communication avec un flacon duquel se dégageait de l'hydrogène. Lorsque tout l'air des vaisseaux m'a paru expulsé, j'ai fait tomber dans la dissolution de potasse un bâton de phosphore qui avait été placé dans le col de la cornue. Après deux heures d'une chaleur modérée, pendant lesquelles le dégagement de l'hydrogène n'a pas cessé, j'ai arrêté l'opération. La liqueur, saturée avec l'acide hydrochlorique, a produit dans le chlorure de barium un précipité abondant qui, bien lavé et traité par l'acide nitrique, n'a point donné de vapeurs nitreuses, ni décoloré le sulfate rouge de manganèse : le liquide surnageant contenait de l'hypophosphite de baryte.

Les résultats que je viens de rapporter ne sont pas suffisans pour démontrer que le phosphore, à une haute température, forme avec les oxides alcalins des phosphures métalliques et des phosphates : il faut encore d'autres observations pour résoudre cette question.

L'arsenic, chauffé avec une dissolution concentrée de potasse, donne naissance à de l'hydrogène arseniqué et à de l'arseniate de potasse, probablement parce que l'acide arsenique est la seule combinaison de l'arsenic avec l'oxigène qui sature la potasse. Je ne pense pas,

d'après les expériences que j'ai faites (*Ann. de Chim. et de Phys.* III. 136.), qu'il y ait un acide hypo-arsenieux.

NOTE *sur l'Acide malique.*

ON trouve, dans la plupart des ouvrages de chimie, que l'acide malique précipite le nitrate de plomb et le nitrate d'argent, et on indique cette propriété comme un caractère essentiel qui le distingue de l'acide citrique, avec lequel il a d'ailleurs de grands rapports. Il m'avait toujours paru extraordinaire que tandis que tous les malates insolubles se dissolvaient avec une extrême facilité dans les acides végétaux les plus faibles, le nitrate de plomb fût décomposé par l'acide malique : il y avait évidemment, dans ces deux énoncés, une contradiction manifeste; et ayant eu occasion de préparer de l'acide malique, j'ai voulu m'assurer si mes doutes étaient fondés.

J'ai pris du suc de joubarbe, j'y ai versé du nitrate de plomb en léger excès, et le précipité qui s'est formé a été lavé jusqu'à ce que l'eau ne devînt plus noire avec l'acide hydrosulfurique. Le précipité a ensuite été décomposé par l'acide sulfurique, que l'on a ajouté en très-léger excès; on a séparé ce dernier avec un peu de litharge, et comme l'acide malique en avait dissous, on y a fait passer un courant de gaz hydrosulfurique; on a filtré et fait évaporer.

L'acide malique ainsi obtenu a précipité le nitrate de plomb; mais l'ayant évaporé en consistance presque

sirupeuse et traité par l'alcool, il s'y est formé un précipité considérable que j'ai reconnu pour du malate de chaux, et l'alcool retenait de l'acide malique en dissolution. Ayant séparé l'alcool de ce dernier par la distillation au bain-marie, et l'ayant redissous dans l'eau, il n'a plus précipité le nitrate de plomb, ni le nitrate d'argent.

Il est clair, d'après ces expériences, que l'acide malique n'a précipité le nitrate de plomb que parce qu'il était combiné avec de la chaux, laquelle a saturé l'acide de la portion de nitrate décomposée, d'après la loi des doubles affinités. Il est très-remarquable de trouver de la chaux dans le précipité fait avec le nitrate de plomb et le suc de joubarbe, après l'avoir lavé un grand nombre de fois; car le malate de chaux est soluble. Mais il est très-probable que l'oxide de plomb, la chaux et l'acide malique sont dans le précipité à l'état de combinaison triple insoluble.

On doit conclure, d'après les propriétés qu'on avait attribuées à l'acide malique, qu'on ne l'avait pas encore obtenu à l'état de pureté parfaite. Pour le préparer avec le suc de joubarbe, il faut d'abord précipiter par l'acétate, ou mieux par le nitrate de plomb; bien laver le précipité; le traiter par l'acide sulfurique en léger excès; le faire bouillir avec un peu de litharge; y faire ensuite passer un courant d'acide hydrosulfurique; évaporer presqu'en consistance sirupeuse; traiter par l'alcool pour séparer l'acide malique du malate de chaux; enfin, dégager l'alcool par une douce chaleur, et dissoudre le résidu dans l'eau.

L'acide malique se rapproche beaucoup de l'acide ci-

trique, le seul avec lequel il soit possible de le confondre; mais on l'en distingue aisément à son incristallisabilité, et surtout à la propriété qu'il a de former avec toutes les bases des sels beaucoup plus solubles dans l'eau, et les acides les plus faibles. G.-L.

ALUMINE *hydratée silicifère.*

Lu à l'Académie des Sciences le 17 novembre 1817.

M. LELIÈVRE a trouvé en 1786, sur les parois d'une galerie de mine de plomb, dans la montagne de l'Esqueme, sur la rive gauche de la rivière d'Oo dans les Pyrénées, une substance minérale blanche, opaque, quelquefois un peu jaunâtre, et vert-pomme dans le centre qui est alors translucide. Cette substance était, dans son gisement, molle et perpétuellement mouillée par un filet d'eau; sa surface était froncée, et les interstices entre les plis tapissés de petits mamelons: sèche, elle a la cassure résineuse; elle raie faiblement la chaux carbonatée; elle happe à la langue, et mise dans l'eau, elle en absorbe un sixième de son poids: chauffée au rouge, elle devient légère, friable, et perd 40 pour 100. Elle est infusible au chalumeau, n'y donne aucune lueur phosphorescente; enfin, elle est attaquée à froid par les acides nitrique et sulfurique, qui la convertissent en un magma salin. L'ana-

lyse de ce minéral a été faite par M. Berthier, ingénieur des mines, qui y a trouvé :

Alumine,	44.5;
Eau,	40.5;
Silice combinée,	15.

M. Lelièvre nomme ce minéral *alumine hydratée silicifère*. Il faut remarquer qu'il a la plus grande ressemblance, dans ses caractères extérieurs et dans sa composition, avec l'alumine de la mine de Stéphanie, à Schemnitz en Hongrie.

NOTE *additionnelle au Mémoire sur l'Ecoulement de l'Ether.*

PAR M. GIRARD.

SUIVANT les expériences de MM. Lavoisier et Laplace (*Traité de Chimie* de Lavoisier, t. Ier, p. 12), l'éther entre en ébullition à 33 deg. du thermomètre de Réaumur = 41 d. 25 cent.

D'autres expériences de MM. Fourcroy et Vauquelin, rapportées tome XXIX des *Annales de Chimie*, ont appris que cette liqueur se congelait à — 35 d. au-dessous de zéro, ou à — 43 d. 75 du thermomètre cent.

Ainsi, les limites de la liquidité de l'éther peuvent être considérées comme parfaitement déterminées; ce qui donne à son intervalle thermométrique une étendue de 85 deg. centig., comme nous l'avons avancé dans notre

Mémoire sur l'écoulement linéaire de cette liqueur ; par conséquent on peut aussi considérer comme rigoureusement vraies les conclusions que nous avons tirées de ces faits, en les comparant à nos observations sur l'écoulement linéaire de l'eau à des points correspondans de l'intervalle thermométrique de ce dernier liquide.

Il n'en est point ainsi de la comparaison que nous avons faite des phénomènes de l'écoulement linéaire de l'eau et de l'alcool, parce que les observations de Maupertuis et de l'abbé Outhier, qui fixent à 31^{d},50 du thermomètre de Réaumur, ou à 40 deg. centig. le terme de la congélation de cette liqueur, n'ayant point été confirmées jusqu'à présent, laissent incertaine la limite inférieure de sa liquidité. Ce que nous avons dit sur les points correspondans des intervalles thermométriques de l'alcool et de l'eau, doit être regardé comme une simple indication de la marche qu'il faudrait suivre dans la comparaison des phénomènes de l'écoulement linéaire de ces deux liquides, si l'on connaissait l'intervalle thermométrique de l'alcool aussi bien que l'on connaît l'intervalle thermométrique de l'eau.

Observation. Nous avons reçu, dès le commencement du mois de décembre, un Mémoire de M. Vauquelin *sur l'Acide sorbique;* mais le défaut d'espace nous a forcés de le renvoyer au Cahier suivant. R.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. Novembre 1817.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	768,66	+ 6,4	86	769,21	+10,7	62	769,81	+10,0	48	769,99	+ 4,2	80	+10,7	+ 4,0	Nuageux.	N. E.
2	767,87	+ 5,2	97	767,55	+10,0	90	766,91	+10,5	95	766,86	+ 8,4	97	+10,5	+ 3,7	Brouillards.	S.
3	766,62	+ 7,5	92	766,04	+10,2	92	765,83	+12,6	93	764,07	+ 8,5	94	+12,6	+ 6,4	Brouillards.	S. E.
4	763,00	+ 6,2	92	762,35	+10,7	91	760,96	+10,0	94	760,11	+ 8,0	94	+10,7	+ 6,2	Couvert.	
5	758,92	+ 6,2	93	758,76	+ 9,1	90	758,32	+10,2	93	758,68	+ 7,6	94	+10,2	+ 5,5	Brouillards.	S. E.
6	758,80	+ 6,5	92	758,38	+10,0	89	757,31	+11,9	84	757,20	+ 8,2	93	+12,2	+ 4,6	Nuageux.	S. E.
7	755,65	+ 9,9	90	753,79	+14,6	70	750,73	+15,5	67	750,83	+13,5	80	+15,5	+ 7,2	Nuageux.	S. E.
8	751,04	+12,1	94	751,49	+14,7	77	751,11	+14,9	67	753,02	+ 9,2	79	+15,0	+ 9,2	Nuageux.	S. S. O.
9	755,93	+10,4	84	756,89	+11,9	75	757,54	+11,6	72	760,22	+ 8,7	84	+11,9	+ 7,6	Nuageux.	S O.
10	760,88	+ 9,6	92	762,04	+10,7	90	761,18	+11,6	89	760.02	+ 95	96	+11,6	+ 9,0	Couvert.	S. O.
11	755,75	+ 6,7	86	755,30	+12,4	68	754,93	+13,7	70	755,63	+10,6	89	+13,7	+ 6,0	Légers nuages.	S. E.
12	755,23	+ 9,9	89	753,76	+16,1	74	752,05	+15,0	80	751,47	+12,5	88	+16,1	+ 7,5	Nuageux.	S. S. O.
13	755,63	+ 9,9	92	755,94	+13,5	76	755,07	+13,7	85	753,42	+11,5	94	+13,7	+ 9,9	Nuageux.	S. O.
14	750,73	+13,1	84	750,47	+13,9	89	749,37	+14,4	90	748,36	+12,2	93	+14,4	+10,9	Pluie.	S S. E.
15	745,82	+12,1	88	748,18	+12,2	77	751,81	+11,9	67	754,97	+ 8,0	88	+12,5	+ 8,0	Couvert.	S. O.
16	759,07	+12,6	95	759,80	+14,9	90	760,37	+14,7	89	763,51	+12,7	94	+14,9	+11,7	Brouillards.	S. O.
17	766,92	+13,7	92	767,37	+15,4	86	762,12	+16,2	80	768,10	+12,7	85	+16,2	+12,6	Très-nuageux.	S. O.
18	767,61	+13,0	94	767,35	+16,2	86	768,71	+15,2	79	767,92	+12,9	94	+16,2	+11,7	Couvert.	S. O.
19	770,07	+ 8,7	91	770,15	+11,0	68	770,04	+10,9	62	770,89	+ 5,0	89	+11,5	+ 6,0	Légers nuages.	N. O.
20	771,13	+ 4,1	91	770,68	+ 8,6	86	769,78	+ 8,7	76	768,20	+ 6,5	80	+ 9,2	+ 3,2	Nuageux.	N. O.
21	761,03	+ 4,6	85	759,22	+ 9,1	78	757,58	+ 8,7	80	758,50	+ 6,7	90	+ 9,1	+ 3,4	Très-nuageux.	S. O.
22	761,65	+ 8,2	96	762,22	+10,1	90	761,75	+10,7	74	762,34	+ 7,7	89	+10,7	+ 7,2	Couvert.	N. O.
23	762,60	+ 4,1	94	762,34	+ 8,0	83	761,21	+ 9,2	76	760,82	+ 6,8	89	+ 9,2	+ 3,5	Nuageux.	N. O.
24	758,43	+ 6,7	83	757,92	+ 8,0	74	756,06	+ 8,4	90	755,16	+ 5,7	90	+ 8,4	+ 5,7	Couvert.	S. O.
25	755,54	+ 4,7	86	756,40	+ 4,7	82	757,49	+ 4,1	82	761,52	+ 3,5	86	+ 4,7	+ 3,5	Très-nuageux.	O.
26	762,67	+ 4,2	95	752,62	+ 5,6	90	760,70	+10,4	85	764,62	+ 8,7	92	+10,4	+ 3,7	Couvert.	S.
27	766,18	+ 9,0	85	765,93	+10,6	76	765,45	+10,1	82	766,00	+ 8,6	84	+10,6	+ 8,5	Couvert.	O.
28	765,41	+ 7,6	79	764,79	+ 9,0	71	763,78	+ 8,2	72	763,27	+ 3,2	90	+ 9,0	+ 3,2	Beau ciel.	S.
29	762,11	+ 6,4	95	762,22	+ 5,6	87	761,01	+ 6,1	82	761,83	+ 5,0	97	+ 6,1	+ 0,7	Beau ciel.	E.
30	762,63	+ 8,1	97	762,18	+11,7	90	761,86	+11,5	94	761,67	+ 8,)	94	+11,7	+ 7,7	Couvert.	S. O.
1	760,84	+ 8,0	91	760,65	+11,3	83	760,16	+11,9	80	760,10	+ 8,6	89	+12,1	+ 6,3	Moyennes du 1 au 10.	
2	759,79	+10,1	90	759,90	+13,4	80	759,72	+13,4	79	760,25	+10,1	89	+13,8	+ 8,6	Moyennes du 11 au 20.	
3	761,83	+ 5,8	89	761,58	+ 7,2	82	760,89	+ 8,7	82	761,57	+ 6,5	89	+ 9,0	+ 4,6	Moyennes du 21 au 30.	
	760,82	+ 8,0	90	760,71	+10,6	82	760,26	+11,3	80	760,64	+ 8,5	89	+11,6	+ 6,5	Moyennes du mois	+ 9,6.

Expériences *sur l'Acide sorbique.*

Par M. Vauquelin.

M. Donovan, en soumettant de nouveau les sucs acides de quelques végétaux à l'analyse chimique, a reconnu qu'ils contenaient un acide particulier que Schéele et ceux qui l'ont suivi ont confondu avec l'acide malique ; et par une singularité assez remarquable, l'acide des pommes, qu'on croyait entièrement formé d'acide malique, s'est trouvé au contraire, pour la plus grande partie, composé de cet acide particulier.

M. Donovan, ayant rencontré cet acide plus abondamment dans le fruit du sorbier des oiseleurs que dans tout autre, lui a donné le nom d'*acide sorbique* pour le distinguer de l'acide malique, auquel il est presque toujours mélangé en plus ou moins grande quantité *dans les végétaux*, excepté seulement dans la joubarbe, où M. Donovan dit ne l'avoir pas trouvé.

Les caractères spécifiques reconnus à cet acide par M. Donovan, au moins ceux qui se trouvent dans la traduction qu'on nous a donnée de son Mémoire, ne me paraissant pas assez prononcés pour constituer une espèce nouvelle, je me suis déterminé à en préparer une grande quantité, afin de pouvoir l'étudier sous des rapports plus nombreux, et de vérifier par là la découverte de M. Donovan.

Préparation de l'acide sorbique.

Vers la mi-octobre, je fis ramasser une assez grande quantité de fruits de sorbier pour avoir 50 litres de suc.



Je les fis piler dans un mortier de marbre, et ensuite presser fortement : les fruits étant mûrs, le suc qu'ils fournirent était visqueux et filtrait difficilement; mais si on l'abandonne à lui-même pendant douze à quinze jours, dans un endroit un peu chaud, il fermente avec tous les signes que présente ordinairement cette opération, c'est-à-dire, effervescence écumeuse, dépôt d'une matière comme gélatineuse, et qui n'est que du ferment, ainsi que je m'en suis assuré; odeur légèrement vineuse : alors le suc filtre aisément; et si on le soumet à la distillation, on obtient une petite quantité d'alcool d'une odeur et d'une saveur particulières.

L'acide n'éprouvant aucun changement pendant cette fermentation, il est utile de la lui faire subir pour le débarrasser du levain visqueux qui s'oppose à la filtration de la liqueur, et dont une partie accompagne l'acide lorsqu'on le précipite par l'acétate de plomb, comme on le dira plus bas.

J'avais d'abord soupçonné que la viscosité de ce suc était due à de la gélatine; mais y ayant fait fondre quantité égale de sucre raffiné, je n'ai pas obtenu de gelée, seulement une sorte de sirop épais comme le sirop de g[illegible] : une plus grande quantité de sucre n'a pas non plus fait prendre à ce suc la forme gélatineuse.

Le suc de sorbier retient en dissolution une petite portion de la matière colorante rouge du fruit; cette couleur passe au cramoisi par le contact de l'étain, et devient jaune-verdâtre par les alcalis : elle se précipite avec l'acide sorbique lorsqu'on met de l'acétate de plomb dans la liqueur où ils se trouvent réunis l'un et l'autre.

Le suc de sorbier contient encore un principe âcre et

piquant comme celui de la racine de pyrèthre, fort incommode à la langue, et qui est soluble dans l'eau et dans l'alcool ; il est accompagné d'une substance brune et amère.

Puisque le suc de sorbier éprouve la fermentation et fournit de l'alcool, il faut qu'il contienne une petite quantité de matière sucrée.

Les baies du sorbier, écrasées et pressées, retiennent une substance jaune qu'on en peut séparer par l'alcool et l'éther chauds.

Elle n'a point de saveur, se fond au feu, et s'élève en vapeurs légèrement aromatiques : cette matière, qu'on peut regarder comme une résine, paraît exister principalement dans le parenchyme du fruit.

Observations sur les propriétés du suc de sorbier.

Le suc de sorbier a une légère couleur rose, une saveur très-acide et amère. Il ne peut être saturé entièrement par le carbonate de chaux, même à l'aide de la chaleur ; il se produit cependant une effervescence dans les premiers momens, qui cesse bientôt. Quoiqu'on fasse bouillir avec un excès de carbonate de chaux, la liqueur reste constamment acide.

La combinaison de l'acide sorbique avec la chaux qui a eu lieu, comme on vient de le dire, ne se précipite point ; on ne trouve au fond de la liqueur que l'excès de carbonate de chaux qu'on a mis.

Si, après avoir filtré la liqueur pour la séparer du carbonate de chaux, on ajoute du carbonate de potasse, il se fait une vive effervescence, la liqueur se neutra-

lise, et le sel calcaire qui s'était formé dans la première opération se précipite, surtout si l'on fait chauffer la liqueur.

Cependant il reste encore en dissolution une certaine quantité de sel calcaire; car, en faisant évaporer la liqueur en consistance sirupeuse et en délayant le résidu dans une petite quantité d'eau froide, il reste une poudre blanche, pareille à la première : il paraît qu'il se forme un sorbate acide de chaux.

Un demi-litre de suc de sorbier m'a fourni 13 grammes $\frac{1}{2}$ de ce sel calcaire; mais la totalité de l'acide qui existait dans le suc de sorbier ne se trouve pas combinée à la chaux; la plus grande partie s'est unie à la potasse.

100 parties de ce sel calcaire très-sec m'ont fourni, par la décomposition au feu, 33 de chaux vive : il contient donc 67 d'acide, si l'on peut croire qu'il n'y restait pas d'humidité.

Lorsqu'on mêle de l'acétate de plomb avec le suc de sorbier, il se forme un précipité blanc opaque, épais comme une bouillie, et occupant beaucoup de volume; mais, au bout de six heures, ce précipité diminue peu à peu de volume, perd son opacité, et prend une forme cristalline, une sorte de transparence et beaucoup d'éclat. Cet état cristallin commence toujours par la partie supérieure du précipité, et continue jusqu'à ce qu'il soit arrivé au fond. La liqueur qui surnage ce précipité dépose aussi quelques cristaux qui sont plus blancs, plus volumineux et plus brillans. Si l'on précipite l'acide sorbique en plusieurs fois, le premier précipité sera plus coloré que le second; le troisième ne le sera plus, et les cristaux dont il sera formé seront plus brillans.

Un décilitre de suc de sorbier a absorbé, pour être saturé, cinq grammes de sous-carbonate de potasse.

Si l'on sature le suc de sorbier avec de la potasse et qu'on le précipite ensuite par l'acétate de plomb, ce précipité paraît plus abondant que si le suc n'avait pas été saturé, et au lieu de prendre la forme cristalline au bout de six heures, il ne la prend qu'après quarante-huit heures, et même pas aussi complètement; mais cet effet commence toujours par la partie supérieure. La couleur du précipité, au lieu d'être rosée, est d'un jaune verdâtre.

Le sorbate de plomb est peu soluble dans l'eau froide; mais il l'est sensiblement dans l'eau bouillante; sa dissolution cristallise en refroidissant en belles aiguilles blanches, brillantes et nacrées, qui ressemblent beaucoup à de l'acide benzoïque sublimé.

Pendant que le sorbate de plomb bout avec l'eau, la partie qui n'est pas dissoute, faute d'eau, se ramollit, se fond en quelque sorte, et se réunit en une seule masse qui s'élève au-dessus de la liqueur par la force de l'ébullition, et retombe au fond du vase, où elle s'attache lorsque la liqueur cesse de bouillir.

La dissolution de ce sel est légèrement acide; ce qui a sans doute fait croire à M. Donovan qu'en bouillant ainsi, le sorbate de plomb se décomposait en *sur-sel* et en *sous-sel*; mais si l'on traite le résidu successivement avec différentes quantités d'eau bouillante jusqu'à ce qu'il soit entièrement dissous, l'on voit que chacune des dissolutions est légèrement acide, et que cependant il ne reste qu'une quantité infiniment petite de matière insoluble très-colorée, et qui est composée d'oxide de plomb

uni à l'acide phosphorique et à une matière colorante, ainsi qu'on le démontrera plus bas. Toutes ces dissolutions cristallisent par le refroidissement, et leurs eaux-mères donnent de nouveaux cristaux par l'évaporation. Le sorbate de plomb, cristallisé et desséché pendant plusieurs jours à une température de 40 à 50 degrés, contient 12 $\frac{1}{2}$ pour 100 d'eau, qu'on en peut séparer par une chaleur plus forte. Ainsi desséché, ce sel, analysé par l'acide sulfurique, a donné 33 d'acide et 67 d'oxide de plomb.

Ayant recherché avec tout le soin possible la présence du malate de plomb parmi le sorbate sans pouvoir y parvenir, j'ai soupçonné que ce sel était peut-être resté dans les eaux-mères d'où j'avais précipité l'acide sorbique par l'acétate de plomb; mais tout ce que j'ai fait pour l'y découvrir a été inutile. D'un autre côté, j'ai fait bouillir dans l'eau du sorbate de plomb provenant du suc de sorbier, qui avait été auparavant saturé par la potasse; il s'est dissous presqu'en totalité, et a cristallisé par le refroidissement et l'évaporation de la liqueur : ce qui a refusé de se dissoudre ne faisait pas la 40me partie du sel employé, et avait une couleur jaune-brunâtre. Ce résidu, délayé dans l'eau tiède et soumis à l'action du gaz hydrogène sulfuré en excès, ne nous a fourni absolument que de l'oxide de plomb, une matière colorante et de l'acide phosphorique.

Cependant si le suc de sorbier avait contenu de l'acide malique, celui-ci n'aurait pas manqué de se précipiter avec le plomb en même temps que l'acide sorbique, et je l'aurais retrouvé dans la matière insoluble. Je conclus de là que le fruit du sorbier ne contient pas d'acide ma-

lique, et il est probable que M. Donovan a pris pour du malate de plomb ce qui n'est qu'un mélange de phosphate de plomb et d'une matière colorante aussi unie au plomb.

Extraction de l'Acide sorbique.

Le procédé indiqué par M. Donovan est très-bon; il consiste à décomposer en partie le sorbate de plomb par l'acide sulfurique, de manière à ce qu'il se forme un sur-sel très-soluble qu'on sépare du sulfate de plomb par l'eau chaude, et dans la dissolution duquel on fait passer un courant de gaz hydrogène sulfuré; on filtre la liqueur et on la concentre. Mais pour obtenir cet acide pur et sans couleur, il est nécessaire d'employer du sorbate de plomb purifié lui-même par la cristallisation; car, tel qu'il provient de la précipitation du suc de sorbier, il contient toujours de la matière colorante et de l'acide phosphorique.

Propriétés de l'Acide sorbique.

Cet acide, amené par l'évaporation à une consistance sirupeuse, cristallise en mamelons : dans cet état concret, quoiqu'il contienne encore beaucoup d'eau, il a une saveur très-acide. Exposé dans un endroit froid et humide, il se fond et redevient liquide ; ainsi il est déliquescent.

Soumis à la chaleur dans une petite cornue, l'acide sorbique se fond, dégage des vapeurs aqueuses un peu acides; enfin il se sublime tout entier sous forme d'aiguilles blanches dont la saveur est extrêmement forte;

il ne laisse qu'une trace charbonneuse. L'acide sorbique est donc susceptible de cristalliser et de se volatiliser sans éprouver d'altération très-sensible ; cependant le précipité qu'il forme dans l'acétate de plomb ne prend pas la forme cristalline comme celui que donne l'acide non sublimé.

L'acide sorbique en solution dans l'eau ne précipite ni l'eau de chaux ni l'eau de baryte, quoique le sorbate de chaux ne soit pas très-soluble. Il précipite l'acétate de plomb en flocons blancs, qui prennent bientôt une forme cristalline. Cette propriété est un des meilleurs caractères auxquels on puisse avoir recours pour reconnaître l'acide sorbique.

Il forme avec la potasse un sel déliquescent qu'on ne peut dessécher complètement sans s'exposer à décomposer au moins une partie de l'acide. Il reste liquide après le refroidissement ; il attire l'humidité de l'air, et, au bout de quelque temps, on y voit de petites aiguilles très-flexibles.

Le sel qu'il fournit avec la baryte est soluble et cristallisable ; mais il ne prend pas de forme bien prononcée.

L'analyse à laquelle nous avons soumis ce sel desséché nous a fourni : acide sorbique, 47 ; baryte, 53.

Il est impossible de saturer complètement l'acide sorbique avec l'oxide de cuivre desséché ; quelque temps que dure l'ébullition et quelque concentré que soit l'acide, la combinaison reste toujours légèrement acide. Elle est très-soluble dans l'eau et ne cristallise point ; elle se prend au contraire, par une évaporation lente,

en une espèce de vernis transparent, d'une belle couleur verte.

Traité avec l'acide nitrique, l'acide sorbique se convertit facilement et promptement en acide oxalique; il se dégage dès le commencement de l'acide carbonique qui accompagne le gaz nitreux : par cette propriété et plusieurs autres, l'acide sorbique est celui qui se rapproche le plus de l'acide malique.

Analyse de l'Acide sorbique.

Un des moyens qui nous a le mieux réussi jusqu'ici pour faire l'analyse de l'acide sorbique consiste à mêler le sorbate de plomb bien desséché avec de l'oxide de cuivre également sec, et à le chauffer dans l'appareil de M. Berzelius, dont M. Bérard s'est servi pour analyser différentes matières animales.

Dans les opérations que nous avons faites à cet égard, nous avons employé un gramme de sorbate de plomb avec 5 grammes d'oxide de cuivre, plus 2 grammes du même oxide qu'on a mis sur le mélange. Ce mélange, chauffé graduellement, a produit 170 centimètres cubes de gaz, qui, ayant été entièrement absorbés par la solution de potasse, doivent être regardés comme de l'acide carbonique. La perte du poids éprouvée par l'appareil a été de 800 milligrammes : la quantité d'acide contenue dans le sorbate de plomb employé était, d'après l'analyse citée plus haut, de 330 milligr.

En calculant d'après ces résultats, l'on trouve que 100 parties d'acide sorbique sont composées :

Hydrogène,	16,8;
Carbone,	28,3;
Oxigène,	54,9.
	100,0.

Le rapport entre l'hydrogène, le charbon et l'oxigène sont presque comme 1, 2 et 3; l'hydrogène seulement est un peu trop abondant.

Si l'on cherche maintenant le rapport de l'oxigène de l'acide sorbique avec celui des bases qu'il sature, l'on trouve qu'il est comme 4 à 1. L'on s'en convaincra en jetant les yeux sur l'analyse des sorbates de chaux et de plomb. Cependant ces rapports ne se trouvent pas exactement dans le sorbate de baryte, dont l'oxigène serait comme $4\frac{1}{2}$ à 1; mais il est possible que le sel n'ait pas été parfaitement desséché, et que j'aie compté comme acide quelque portion d'humidité. Les propriétés que M. Donovan avait reconnues à l'acide sorbique, et surtout celle que présente sa combinaison avec l'oxide de plomb, étaient déjà très-propres à faire penser que c'était un acide nouveau; cependant elles laissaient peut-être encore quelque chose à desirer pour porter la conviction. Celles que j'ai ajoutées, en confirmant l'opinion de M. Donovan sur le point principal, rendent l'histoire de cet acide un peu plus complète, et prouvent que le fruit du sorbier ne contient pas d'acide malique, comme l'a cru M. Donovan.

Cet acide, qui est blanc, sans odeur, et dont la saveur est agréable quand il est pur, pourrait, en cas de besoin, remplacer l'acide tartarique et l'acide citrique dans la

médecine et dans les arts. Mêlé à un sirop simple ou aromatisé, en quantité convenable, il forme une boisson très-agréable.

MÉMOIRE

Sur Emploi de l'Acide prussique dans le traitement de plusieurs maladies de poitrine, et particulièrement dans la phthisie pulmonaire.

PAR M. MAGENDIE.

(Lu à l'Académie des Sciences le 17 novembre 1817.)

LES expériences physiologiques, si nécessaires à la théorie de la médecine, ne sont pas moins importantes pour la pratique ou les applications de cette science : par leur secours, un grand nombre de substances employées depuis long-temps comme médicamens, d'après des idées hypothétiques, sont appréciées à leur juste valeur. Les remèdes réellement actifs sont mieux connus quant à leur mode d'agir ; il devient plus facile d'en faire varier les effets et de remédier à leurs inconvéniens; mais le principal avantage de ces expériences, c'est de tenir le médecin toujours sur la voie de découvrir de nouveaux médicamens, soit qu'il les prenne entre les substances anciennement connues, mais non encore usitées en médecine, soit qu'il les trouve parmi cette foule de corps simples ou composés que la chimie nous révèle chaque jour, et qui, soumis à ce nouveau genre d'examen, peuvent devenir à-la-fois utiles à la science et à l'humanité.

Pénétré depuis long-temps de l'importance thérapeutique des recherches de physiologie expérimentale, j'ai, en différentes occasions, porté l'attention de l'Académie sur les propriétés vénéneuses et médicinales de l'*upas tieuté*, de la *noix vomique*, de l'*émétique*, de l'*ipécacuanha*. L'accueil qu'elle a daigné faire à mes travaux m'encourage à les continuer. Je vais avoir l'honneur de l'entretenir aujourd'hui de l'acide prussique ou hydrocyanique, et des bons effets qu'on en peut obtenir dans le traitement de plusieurs maladies.

Découvert par Schéele en 1780, l'acide prussique a été bientôt signalé comme une substance vénéneuse. Les travaux physiologiques entrepris, en France et en Allemagne, par MM. Coulon, Emmert, Robert, Orfila, etc., ne tardèrent pas à justifier les craintes qu'on s'était d'abord formées à cet égard, d'après quelques essais imparfaits ; il est résulté des expériences nombreuses faites par les médecins que je viens de nommer, et de quelques-unes qui me sont particulières, que l'acide prussique, à l'état liquide ou de vapeur, est nuisible à la vie de tous les animaux, et même à celle des végétaux.

Que la mort produite par cet acide est d'autant plus prompte que la circulation est plus rapide et les organes de la respiration plus étendus.

Que sur les animaux à sang chaud il agit en détruisant la sensibilité et la contractilité des muscles volontaires ; qu'il agit de la même manière sur l'homme si la dose en est portée assez haut, etc.

On ne peut donc se refuser à considérer l'acide prussique comme un poison fort actif ; et cependant toutes les expériences dont je viens de rapporter les principaux

résultats ont été faites avec l'acide prussique préparé selon la méthode de Schéele, c'est-à-dire, qu'il était étendu d'une grande quantité d'eau, et par conséquent très-affaibli.

Il était facile de prévoir que cet acide *pur*, tel que M. Gay-Lussac l'a fait récemment connaître, aurait une action beaucoup plus énergique; en effet, son activité est vraiment effrayante, même pour les personnes habituées à observer les effets des poisons : on en pourra juger par le récit suivant :

L'extrémité d'un petit tube de verre trempée légèrement dans un flacon contenant quelques gouttes d'acide prussique pur fut transportée immédiatement dans la gueule d'un chien vigoureux ; à peine le tube avait-il touché la langue que l'animal fit deux ou trois grandes inspirations précipitées et tomba roide mort. Il nous fut impossible de trouver dans ses organes musculaires locomoteurs aucune trace d'irritabilité.

Dans une autre expérience, quelques atomes d'acide ayant été appliqués sur l'œil d'un chien, les effets furent presqu'aussi soudains que ceux dont je viens de parler, et d'ailleurs semblables.

Une goutte d'acide étendue de 4 gouttes d'alcool ayant été injectée dans la veine jugulaire d'un troisième chien, l'animal *à l'instant même tomba mort, comme s'il eût été frappé d'un boulet ou de la foudre.*

En un mot, l'acide prussique pur, préparé par le procédé de M. Gay-Lussac, est, sans aucun doute, de tous les poisons connus le plus actif et le plus promptement mortel ; sa puissante influence délétère nous permet de croire ce que les historiens rapportent du coupable te-

lent de Laucuste, et rend moins extraordinaires ces empoisonnemens subits si communs dans les annales de l'Italie.

Je dois dire, même dans l'intérêt de ceux qui desireraient faire des expériences avec cette substance, qu'il faut y procéder avec une certaine réserve, et éviter autant que possible de respirer sa vapeur. Pour n'avoir pas pris cette précaution dont nous ignorions l'importance, la plupart des personnes qui assistaient à mes expériences, et moi-même, nous avons éprouvé des douleurs de poitrine assez vives, avec un sentiment d'oppression qui dura plusieurs heures. Quelques-uns d'entre nous ont été obligés de sortir du laboratoire pour aller respirer un air non chargé de vapeur prussique.

D'après tout ce qui vient d'être dit, on pourrait craindre que l'acide prussique pur ne devînt entre des mains criminelles un moyen de nuire impunément : on peut se rassurer; sa préparation est assez difficile pour qu'il faille de l'habileté dans les manipulations chimiques pour se le procurer; et quand on l'a obtenu, il est presque impossible de le conserver; il se décompose spontanément à la température ordinaire de l'atmosphère, et perd ainsi en très-peu de temps ses propriétés nuisibles, comme je m'en suis assuré par des expériences directes. En outre, quoiqu'il produise la mort sans causer aucune altération apparente dans les organes, il est très-facile de reconnaître l'empoisonnement par cette substance; car le cadavre exhale pendant plusieurs jours une odeur d'amande amère extrêmement forte.

Bien que la plupart de nos médicamens les plus utiles soient des poisons et qu'ils aient plus d'une fois justifié

ce caractère, il serait absurde de penser à employer l'acide prussique pur dans le traitement des maladies de l'homme. Il n'en est pas ainsi de l'acide prussique étendu d'eau, ou préparé selon le procédé de Schéele; nous savons, par les expériences de M. Coulon faites sur lui-même, qu'on peut en avaler jusqu'à 60 gouttes à-la-fois sans en éprouver d'inconvéniens graves. D'ailleurs, l'usage assez fréquent que l'on fait en médecine de plusieurs eaux distillées végétales, où l'acide prussique entre comme élément, prouve que cet acide peut être porté sans danger dans l'estomac lorsqu'il est convenablement affaibli. Rien ne s'oppose donc à ce qu'on puisse le mettre en usage comme médicament. Aussi plusieurs médecins étrangers et nationaux ont-ils tenté de l'employer; mais le succès n'a pas répondu à leur attente, peut-être parce qu'ils ne s'étaient pas assez pénétrés de son mode d'action sur l'économie animale; condition sans laquelle il est difficile d'employer à propos un médicament nouveau.

En étudiant les phénomènes de l'empoisonnement par l'acide prussique, j'ai souvent observé des animaux qui, n'offrant plus de trace de sensibilité, ni de contractilité musculaire locomotrice, conservaient pendant plusieurs heures une respiration facile et une circulation en apparence intacte, bien que très-accélérée, et qui, pour ainsi dire, étaient morts par leurs fonctions extérieures, et vivaient par leurs fonctions nutritives.

Cette propriété d'éteindre la sensibilité générale sans nuire d'une manière ostensible à la respiration ni à la circulation; fonctions principales de la vie, me fit soupçonner qu'on pourrait tirer parti de l'acide prussique

dans certains cas de maladie où la sensibilité est augmentée d'une manière vicieuse. Je me décidai dès-lors à le mettre en usage dès que l'occasion s'en présenterait.

Il y a environ trois ans que je fus consulté pour une demoiselle de vingt-sept à vingt-huit ans, et qui, depuis dix-huit mois, était fatiguée par une petite toux sèche, plus forte le matin et le soir; ses parens, inquiets et craignant pour sa poitrine, avaient pris l'avis de plusieurs médecins de la capitale, qui conseillèrent, sans aucun succès, divers moyens usités en pareil cas. Je fis prendre à cette demoiselle 6 gouttes d'acide prussique de Schéele, préparé chez M. Pelletier, et étendues dans 3 onces d'une infusion végétale. Elle usa de ce mélange par cuillerée à bouche, de deux heures en deux heures. Dès le lendemain la toux avait diminuée, et elle disparut entièrement le quatrième jour. Six mois après, la toux s'étant manifestée de nouveau, j'eus recours au même moyen avec un égal succès.

Depuis cette époque, j'ai eu nombre d'occasions différentes, mais le plus souvent sur de jeunes femmes, d'employer l'acide prussique pour des toux nerveuses et chroniques, et j'en ai toujours obtenu les meilleurs effets sans avoir remarqué d'inconvéniens. Il est vrai que, dans aucun cas, je n'ai dépassé la dose de 12 gouttes, prises par intervalles en vingt-quatre heures, et étendues dans plusieurs onces de véhicule.

Tout récemment je suis parvenu à calmer par ce moyen, et en quelques heures, une toux convulsive qu'éprouvait une dame âgée de quarante ans, d'une constitution nerveuse exquise, et qui, depuis six jours, avait des quintes continuelles et pas un instant de

sommeil. J'eus recours d'autant plus volontiers, dans cette circonstance, à l'acide prussique, que la personne dont je parle ne peut faire usage d'aucune préparation d'opium, ni même de pavot indigène, sans en être grièvement incommodée.

Après avoir ainsi constaté l'efficacité de l'acide prussique dans le traitement de la toux spasmodique et convulsive, j'ai cru qu'il était indispensable de rechercher si le même moyen pourrait être de quelque utilité pour combattre la toux et les autres accidens qui accablent les malheureux phthisiques, et s'il ne pourrait pas influencer ou même suspendre le cours de la phthisie pulmonaire.

Le résultat de mes essais a été favorable sous le premier rapport, c'est-à-dire, que sur quinze personnes atteintes de phthisie auxquelles j'ai donné des soins depuis trois ans, j'ai constamment vu l'usage de l'acide prussique, donné à dose faible mais répétée, diminuer l'intensité de la toux et sa fréquence, modérer et faciliter l'expectoration, et enfin, procurer du sommeil la nuit sans exciter de sueurs colliquatives. Il faut être habitué à suivre la marche et les progrès de la phthisie et les souffrances sans nombre qui accablent les individus atteints de cette maladie, pour apprécier les avantages d'un semblable résultat.

Depuis le commencement du mois d'août dernier jusqu'à ce jour, j'ai pu étudier de nouveau, à l'hôpital de la Charité, sur un assez grand nombre de phthisiques, les effets de l'acide prussique. M. Lerminier, médecin de cet hôpital, où les phthisiques abondent dans toutes les saisons, a bien voulu, sur mon invitation, admi-

nistrer à une vingtaine d'entr'eux l'acide prussique à la dose de 4 à 12 gouttes convenablement étendues d'eau.

La plupart ont éprouvé, plusieurs éprouvent en ce moment les effets favorables dont j'ai parlé tout-à-l'heure; leur toux s'est apaisée, leur expectoration est un peu plus facile; ils ont retrouvé le sommeil; et cette amélioration a été en général d'autant plus marquée que la maladie était moins avancée; ce qui n'est pas difficile à concevoir quand on se rappelle l'état de désorganisation où se trouvent les poumons dans le deuxième et surtout le troisième degré de la phthisie.

Cependant, comme je n'ai d'autre but ici que de décrire exactement les effets de l'acide prussique, je dirai que, parmi les malades qui en ont fait usage à l'hôpital de la Charité, plusieurs, dont la maladie touchait à sa fin funeste, n'ont pas éprouvé de soulagement très-sensible, si ce n'est peut-être une légère diminution dans les retours de la toux. Deux individus, ayant pris à trop peu d'intervalle le mélange contenant l'acide prussique, ont éprouvé une céphalalgie et une sorte de vertige qui dura quelques secondes. Dans un autre cas, on craignit un instant que l'acide n'eût été nuisible : un jeune homme de vingt-neuf ans entra à l'hôpital sur la fin de septembre dernier; une toux fréquente dans la journée, revenant par quintes le soir et le matin, des crachats purulens, un amaigrissement considérable, une oppression très-forte, surtout depuis quinze jours, etc. firent croire à une phthisie. Vers le milieu de son cours, contre l'habitude établie par M. Lerminier, la poitrine ne fut point percutée, comme elle l'est chez tous les malades qui entrent à l'hôpital. On ne put ainsi reconnaître une

pleurésie chronique qui affectait le côté gauche de la poitrine. L'acide prussique, à la dose de six gouttes seulement, fut administré à ce malade ; la toux diminua dès le deuxième jour ; mais l'oppression allait croissant : le troisième jour, elle devint suffocante, quoiqu'on eût cessé la veille d'employer l'acide, et le malade tomba dans un état d'insensibilité qui se termina, après soixante heures, par la mort, et qui pouvait, à la rigueur, être soupçonnée dépendre de l'action du médicament. Mais l'ouverture du corps dissipa toutes les inquiétudes ; on trouva un énorme amas de liquide séreux dans le côté gauche de la poitrine ; le cœur était déjeté à droite, et appliqué contre les côtes de ce côté, etc. Il ne fut plus possible d'attribuer la mort à une autre cause ; le corps ni l'estomac n'exhalaient d'ailleurs aucune odeur prussique. On reconnut aussi que cet individu était phthisique au second degré ; mais ici la phthisie n'était pas la maladie principale, et c'est là sans doute la raison pour laquelle l'emploi de l'acide prussique n'a point eu de résultat avantageux.

Je n'ai jamais observé, dans ma pratique particulière, de mauvais effets de l'action de l'acide prussique ; peut-être la raison s'en trouve-t-elle dans les soins de tous genres qui entourent les malades placés au milieu de leur famille ; soins qui ne peuvent exister au même degré pour les malades traités dans les hôpitaux.

Quoi qu'il en soit, je crois pouvoir conclure des faits et observations que je viens de rapporter que l'acide prussique donné à petite dose, mêlé à une certaine quantité d'eau, peut être utilement employé dans le traitement palliatif de la phthisie pulmonaire, dans la

vue de calmer la toux ; à faciliter l'expectoration et à procurer le sommeil, et qu'il peut figurer avec avantage sur la liste des substances ordinairement employées pour produire les mêmes effets, puisqu'il ne paraît pas exciter la sueur comme les autres narcotiques, et particulièrement les opiacés.

Il s'agirait maintenant de rechercher si, au moyen de l'acide prussique et de son étonnante activité, on peut espérer de ralentir la marche de la phthisie, ou même de la guérir ; mais ces questions d'une si haute importance pour la société et la médecine, à raison de la fréquence de la phthisie et de son issue fatale, ne sont pas de nature à être décidées par un petit nombre d'expériences. Il faut au contraire les multiplier autant que possible, en ayant égard au nombre considérable des circonstances qui peuvent influer sur les résultats, et en se dépouillant, s'il est possible, l'esprit de toute prévention.

De concert avec M. Lerminier, je poursuis les observations et les expériences à l'hôpital de la Charité, où l'on peut compter habituellement trente individus atteints ou menacés de phthisie ; j'espère que, dans le courant de l'année prochaine, nous aurons obtenu des résultats dignes d'être mis sous les yeux de l'Académie.

Peut-être trouvera-t-on téméraire que j'ose mettre en question la curabilité de la phthisie, alors que les plus graves auteurs la regardent comme essentiellement mortelle ; décision qu'une triste expérience ne confirme que trop souvent. Mais en admettant que la phthisie soit réellement rebelle à tous les moyens connus jusqu'ici,

et que, pour constater ce fait, on ait tenté le nombre d'expériences convenable, et surtout qu'on les ait suivies avec l'esprit d'analyse qui seul conduit au vrai, ce qui sans doute pourrait être contesté, je ne vois pas qu'on en puisse rien conclure pour de nouvelles substances remarquables par l'énergie de leur action sur l'économie animale; d'ailleurs, n'est-ce à guérir des maladies telles que la phthisie, le cancer, et en général les affections organiques, que doivent tendre les efforts des médecins, plutôt que de restreindre en grande partie leurs recherches à des maladies qui, suivant les idées dominantes, ont été tour-à-tour traitées par les moyens les plus opposés, et dont la terminaison semble n'avoir été que peu influencée par ces divers modes de traitement, parce que leur issue est naturellement heureuse, et qu'elles y arrivent avec ou malgré les remèdes?

Toutefois je vais rapporter deux observations dans lesquelles il y a lieu de *présumer* que la phthisie a été arrêtée dans sa marche par l'usage de l'acide prussique.

Une dame de Lyon, actuellement marchande de nouveautés à Paris, d'une constitution éminemment bilieuse, après avoir éprouvé des revers de fortune, fut prise en 1814 de tous les signes qui caractérisent la phthisie au premier degré. Les circonstances ne lui permettant pas de s'occuper de sa santé, elle n'y donna qu'une médiocre attention. Le mal fit des progrès marqués dans les premiers mois de 1815 : c'est alors qu'elle me consulta. Je trouvai chez elle tous les caractères de la phthisie tuberculeuse au deuxième degré : toux fréquente dans la journée, mais beaucoup plus forte le matin et le soir, où elle devenait extrêmement fatigante; ex-

pectoration évidemment purulente, insomnie, sueurs nocturnes, fièvre, amaigrissement considérable, douleurs dans le côté gauche à la poitrine, qui présentait un son assez mat lorsqu'elle était percutée de ce côté, etc. Je conseillai l'acide prussique à cette dame, qui en prit dans une potion, à la dose de six à dix gouttes en vingt-quatre heures. (Cet acide était préparé chez M. Planche, pharmacien.) L'usage en fut continué pendant deux mois environ; dès le premier jour la toux diminua, la malade put dormir; et alors la dose de l'acide fut portée jusqu'à 10 gouttes en vingt-quatre heures. Tous les symptômes disparurent : la respiration devint libre, la toux, l'expectoration, les sueurs cessèrent; en un mot, cette dame guérit parfaitement; elle n'a rien éprouvé depuis ce moment qui puisse faire craindre le retour des accidens. Sa poitrine est seulement restée un peu faible et sensible aux variations atmosphériques.

Faut-il conclure de ce fait qu'une phthisie au deuxième degré a été guérie par l'usage de l'acide prussique? Je suis loin de le penser; je sais trop avec quelle réserve les conclusions doivent être déduites en médecine, si l'on veut éviter de s'égarer; mais tel qu'il est, je soumets ce cas aux médecins qui s'intéressent aux progrès de la science.

Une dame anglaise, âgée de ving-huit à trente ans, d'une taille élevée, mais d'une complexion faible, dont la poitrine, large transversalement, est étroite d'avant en arrière, a été assez sujette au rhume depuis son enfance. Il y a près d'un an qu'en passant de France en Angleterre elle fut prise d'une fluxion de poitrine très-intense avec crachement de sang et douleur au côté

gauche du thorax. Elle fut traitée par les saignées, les vésicatoires et autres moyens usités en pareils cas. Elle guérit, et cependant elle conserva une petite toux sèche, peu intense dans la journée, mais beaucoup plus forte le soir et le matin. Plusieurs moyens furent employés en Angleterre pour la faire cesser sans qu'on pût y réussir: croyant que le climat de la France lui serait plus favorable, elle revint à Paris il y a environ quatre mois. Malgré la beauté de la saison et le séjour de la campagne, sa toux fit des progrès sensibles; l'inquiétude la gagna; elle me fit appeler vers le milieu de septembre dernier, et d'après un examen attentif des circonstances antécédentes et de son état actuel, je ne pus me défendre de craindre un premier degré de phthisie; car tous les praticiens savent que souvent cette maladie succède fréquemment aux péripneumonies ou fluxions de poitrine. Je conseillai pour tout remède l'acide prussique préparé chez M. Planche, à la dose de 8 gouttes dans trois onces de véhicule, en vingt-quatre heures. Elle le continue depuis cette époque, et en fait encore usage en ce moment. Sa toux a déjà presqu'entièrement cessé; son embonpoint a sensiblement augmenté; elle se regarde aujourd'hui comme entièrement rétablie.

Je me garde de donner ce fait comme un exemple de guérison de la phthisie au premier degré; cependant on avouera que si des exemples semblables se multiplient, rien ne s'opposerait à ce qu'on conçût quelques lueurs d'espérance d'avoir enfin trouvé une substance capable d'arrêter les progrès d'une des plus désolantes maladies de l'homme.

Les conclusions de ce Mémoire sont:

1°. Que l'acide prussique ou hydrocyanique pur est une substance éminemment délétère, et tout-à-fait impropre à être employée comme médicament.

2°. Que l'acide prussique étendu d'eau peut servir avec avantage pour faire cesser les toux nerveuses et chroniques.

3°. Que ce même acide peut être utile dans le traitement palliatif de la phthisie, en diminuant l'intensité et la fréquence de la toux, en modérant l'expectoration et favorisant le sommeil.

4°. Qu'il y a peut-être quelque raison d'espérer que cette substance pourra devenir avantageuse dans le traitement curatif de la phthisie pulmonaire, surtout lorsqu'elle est encore à son premier degré.

CARACTÈRES *géologiques du Trapp-Porphyre.*

PAR M. LÉOPOLD DE BUCH.

(Extrait par M. BROCHANT DE VILLIERS.)

Tous ceux qui ont observé les terrains volcaniques ont remarqué une roche porphyroïde à cristaux de feldspath souvent assez gros, qui s'y rencontre fréquemment, et qui, par-tout où on la trouve, se représente avec des caractères assez analogues.

Dolomieu, le premier naturaliste des volcans, l'avait signalée en beaucoup d'endroits, soit dans des volcans brûlans, soit dans des volcans éteints, et il l'a comprise,

dans sa classification, parmi ses laves lithoïdes, porphyroïdes et granitoïdes.

M. Desmarest l'avait observée en Auvergne ; M. Nose l'avait aussi décrite dans ses ouvrages sur les volcans éteints des bords du Rhin ; et tous ceux qui ont visité ces terrains volcaniques et ceux de l'Auvergne connaissaient parfaitement le porphyre de Drachenfels, celui du Mont-d'Or, etc.

C'est cette roche que M. de Buch indique sous le nom de *trapp-porphyre* ou *porphyre trappéen*, parce que les terrains auxquels elle est propre ont porté, dans l'école de Freyberg, et en général en Allemagne, le nom de *terrains de trapps secondaires.*

M. Haüy lui a donné le nom de *trachyte* dans sa nouvelle nomenclature de roches.

M. de Buch a entrepris, dans ce Mémoire, de réunir avec plus d'étendue et de soin qu'on ne l'a fait jusqu'ici tous les caractères qui distinguent cette roche, et surtout de présenter un rapprochement général de tous les faits géologiques relatifs à son gisement dans différentes contrées.

Ce Mémoire a été lu le 25 mars 1813, à une séance de l'Académie des Sciences de Berlin.

Sans doute s'il le publiait aujourd'hui, son voyage aux îles Canaries lui fournirait de nouveaux exemples ; mais en 1813 l'auteur avait déjà visité les volcans brûlans de l'Italie et les volcans éteints de la France, de la Lombardie et de l'Allemagne. Il annonce avoir tiré un grand secours des observations faites, dans un assez long voyage en Auvergne, par M. Weiss, professeur de minéralogie à Berlin ; et il a pu faire un grand usage des documens

nombreux que M. de Humboldt avait déjà publiés, ou qu'il lui avait communiqués, sur les fameux volcans de la chaîne des Andes.

Le Mémoire de M. de Buch ne peut donc qu'être lu avec beaucoup de fruit par les géologues et les minéralogistes, qui y trouveront un très-grand nombre de faits réunis; mais il leur présente encore un autre genre d'intérêt par la comparaison des opinions émises par l'auteur avec celles qui sont le plus accréditées en Allemagne, sur l'origine des *terrains de trapp secondaires*.

On sait que l'illustre Werner et la plupart des savans allemands les ont regardés comme étant formés par l'eau; que, dans leurs collections, ils ne plaçaient parmi les produits volcaniques presque que des scories et des laves poreuses des volcans brûlans; qu'ils ne voulaient point admettre de volcans éteints en France, en Allemagne, en Italie, et dans beaucoup d'autres contrées où des minéralogistes français, italiens et autres en avaient reconnu depuis plus d'un demi-siècle. M. de Buch, formé à l'école de Freyberg, avait primitivement partagé cette opinion : ses voyages en Auvergne la lui ont fait abandonner depuis, comme il l'a déjà déclaré dès l'année 1806, dans ses *Observations géognostiques*, et même antérieurement, dans quelques autres écrits scientifiques. Mais il ne s'était pas expliqué d'une manière aussi générale que dans le Mémoire dont nous allons donner l'extrait, et qui est d'autant plus remarquable que, sans se prononcer sur tous les points d'une manière entièrement décisive, l'auteur paraît évidemment porté à étendre le domaine des volcans éteints bien au-delà des limites que les minéralogistes français lui accordent.

« Le trapp-porphyre, dit M. de Buch, est facile à distinguer du porphyre primitif. Dans celui-ci, la pâte est communément rouge, et même le plus souvent d'un rouge très-foncé. Au contraire, le porphyre volcanique (*trapp-porphyre*) est presque toujours d'un gris clair, ou même entièrement blanc. Il n'y a que quelques couches isolées où la couleur passe au brun rougeâtre ou au noir; mais ces exceptions disparaissent lorsqu'on considère dans leur ensemble des masses de plusieurs milles d'étendue. La pâte y est généralement d'un gris de cendre, d'un gris bleuâtre ou d'un gris de fumée.

» La matière de cette pâte n'est pas un fossile simple. Elle est, comme le basalte et comme la serpentine, un mélange à grains très-fins de plusieurs substances tellement confondues que l'œil peut rarement les discerner les unes des autres. Il en résulte nécessairement que cette masse, en apparence simple, doit présenter, dans ses caractères extérieurs, des variétés infinies, suivant que telle ou telle de ses parties composantes se trouve en quantité plus ou moins prédominante.

» La pâte principale des porphyres primitifs a été d'abord désignée sous le nom de *hornstein;* depuis on l'a regardée comme étant le plus souvent un *feldspath compacte*, parce qu'on a remarqué que souvent les cristaux lamelleux de feldspath se perdaient dans la pâte compacte du porphyre. On ne peut sans doute nier que le feldspath compacte ne soit en effet la partie constituante principale de la pâte; mais il est certain qu'il ne forme pas seul la pâte entière, qu'il y est uni avec plusieurs autres minéraux : cette pâte est donc un mélange

auquel il paraît difficile de conserver le nom d'un minéral simple.

» Dans la pâte du trapp-porphyre, on n'a pas les mêmes motifs pour la rapporter au feldspath compacte : on ne peut pas même le présumer. On n'y voit jamais les cristaux de feldspath se fondre dans la pâte ; au contraire, ils se détachent presque toujours d'une manière très-nette de la masse. — On l'a quelquefois désignée sous le nom de *thonstein* (*pierre argileuse*, *argile endurcie*) ; mais comment conserver pour cette substance une dénomination indiquant la présence d'une terre qui n'y existe presque toujours qu'en très-petite quantité, tandis que la silice y paraît constamment prédominante ? (Vauquelin a trouvé 0.92 de silice dans le porphyre de Sarcouy.)

» Mais si l'on ne peut déterminer immédiatement la nature de la pâte, on y observe un certain nombre de caractères généraux qui sont très-limités dans leurs variations : tels sont le défaut presque constant d'éclat et le mat prononcé des surfaces, la cassure esquilleuse grossière ou inégale, à petits grains ; l'opacité parfaite et une dureté peu considérable. Elle est toujours rayée par le quarz, et souvent le briquet n'en tire aucune étincelle. Cependant ces caractères sont moins prononcés quand la couleur devient plus intense. La cassure esquilleuse est alors bien mieux déterminée, la dureté plus grande, la pesanteur plus considérable ; les surfaces ne sont plus mates ; elles prennent un léger luisant, et même deviennent quelquefois un peu éclatantes.

» Il y a peu de roches mélangées qui aient une com-

position mieux déterminée, plus constante, et qui la distingue mieux de toute autre roche.

» Le *feldspath* qui se rencontre dans le trapp-porphyre offre des caractères particuliers ; jamais on n'en voit de semblable dans les autres porphyres, et au contraire on n'en trouve jamais d'autre dans celui-ci. Il diffère tellement des autres feldspaths que M. Werner a cru devoir en faire une sous-espèce particulière dans son système minéralogique ; et en effet, on serait quelquefois porté à douter de sa nature feldspathique s'il ne se présentait pas souvent en cristaux si beaux et si bien déterminés.

» Ce feldspath a un éclat *vitreux* très-vif, une grande transparence, une cassure conchoïde en travers, et une quantité de petites fentes parallèles dans la longueur des cristaux. Ces caractères lui sont essentiellement propres et le distinguent très-bien du feldspath des granites, dont il n'a jamais l'éclat nacré, la translucidité nuageuse et la couleur laiteuse.

» Il arrive quelquefois que ces cristaux sont beaucoup moins nombreux dans la pâte, et même disparaissent entièrement. C'est lorsque la couleur de la pâte principale passe au noir, sans pour cela acquérir de l'éclat ; et aussi lorsque la masse prend une structure un peu testacée, comme cela a lieu fréquemment dans le milieu des courans de lave, à moins que la porosité n'y mette obstacle. Mais alors on voit également disparaître les autres parties composantes du porphyre. Elles semblent, dans ces deux cas, avoir été détruites par l'opération volcanique.

» Le *mica* s'y rencontre en lames noires, éclatantes,

nettement cristallisées. Jamais il n'y est d'un jaune laiton ou d'un blanc d'argent.

» L'*amphibole* y est également noire, à peine un peu verdâtre, en cristaux très-prononcés, avec un double clivage très-bien déterminé.

» Ces deux substances ne manquent presque jamais au trapp-porphyre ; l'amphibole surtout, qui est très-caractéristique pour cette roche ; car il est très-rare qu'on en rencontre dans le porphyre primitif, et elle y est toujours en petits cristaux très-disséminés.

» L'absence du *quarz* peut aussi être indiquée comme un caractère distinctif du trapp-porphyre. En effet, on peut parcourir une montagne entière composée de cette roche sans rencontrer un seul grain de quarz ; ce qui est d'autant plus remarquable que le quarz dodécaèdre ne manque jamais dans beaucoup d'autres porphyres. Cependant cette absence du quarz n'est pas entièrement constante, et il y a quelques exceptions. — M. Esmark a observé du quarz (rarement, à la vérité) dans le porphyre de Schemnitz. — M. Weiss en a trouvé au Cantal, dans un porphyre, au bas du col de Caboe, dans la vallée de la Garde. — En Amérique, au contraire, M. de Humboldt n'a pas indiqué de quarz dans tous les trapp-porphyres qu'il y a observés ; et on ne peut en découvrir dans aucun des échantillons qu'il en a rapportés. — Le quarz ne peut donc être considéré que comme une partie constituante accidentelle et non essentielle des trapp-porphyres.

» J'ai peine à croire que l'*olivine* doive être comptée parmi les élémens, même accidentels, de cette roche. M. Weiss, qui a observé avec tant de soin et de sagacité

les terrains de trapp de la France, n'en a jamais trouvé dans les trapp-porphyres. M. Esmark n'en a pas indiqué dans ceux de la Hongrie. On n'en a pas reconnu non plus en Italie, ni dans les porphyres des Sept-Montagnes (bords du Rhin), ni dans les collections américaines de M. de Humboldt.

» Il paraît cependant que l'olivine commence à se montrer lorsque la masse principale du trapp-porphyre se rapproche du basalte, et lorsque le feldspath vitreux disparaît.

» Le *pyroxène* doit au contraire être compté parmi les parties composantes de cette roche; on le distingue évidemment dans le porphyre du Chimborasso, et on croit également le reconnaître dans ceux de Puracé près Popayan, du Tunguragua et du volcan de Pasto. Cependant on n'en a trouvé jusqu'ici que très-peu ou même point dans les porphyres d'Europe; à la vérité, M. Weiss a observé, au Cantal, entre Muret et Thiesac, au-dessus d'Aurillac, une couche qui contient une grande quantité de cristaux de pyroxène très-nets; mais la pâte est déjà si foncée qu'elle passe tout-à-fait au basalte; aussi le feldspath vitreux y manque-t-il entièrement; et lorsqu'il recommence à s'y montrer, le pyroxène disparaît tout-à-fait. — Cette couche d'ailleurs se trouve en liaison géologique avec les basaltes du Cantal.

» Le *titane silicéo-calcaire* (titane, sphène, titanite) est encore un des élémens de cette roche bien plus constant et bien plus remarquable. Il est probable qu'on l'aurait reconnu dans tous les trapp-porphyres si on y avait fait plus d'attention. Au Puy-Chopine (cône porphyrique près de Clermont), on peut à peine casser un

morceau qui n'en contienne. Sa couleur jaune, son éclat adamantin et sa forme cristalline le font distinguer facilement. Les échantillons recueillis par Dolomieu à Procida contiennent des cristaux de cette substance aussi beaux que ceux d'Arendal. Ils sont mélangés avec du feldspath vitreux et de l'amphibole.

» En général, dans les trapp-porphyres comme dans les terrains primitifs, le titane silicéo-calcaire est toujours plus fréquent lorsque l'amphibole domine, et beaucoup moins quand le mica est la partie la plus abondante.

» Le *fer oligiste* cristallisé tapisse les cavités et les fentes souvent imperceptibles qui traversent le trapp-porphyre. Il est rare qu'il y manque. Souvent ces cristaux sont si petits qu'ils paraissent ne former qu'un vernis noir sur les parois; mais au soleil, on les distingue facilement. Si les fissures de la roche deviennent plus nombreuses, et avec elles ces couches noires de fer oligiste, la masse entière du porphyre prend alors une teinte sombre et même tout-à-fait noire, et sa pâte ressemble aux laves les plus communes des environs de Clermont et du Vésuve. En même temps on voit diminuer les parties composantes les plus ordinaires, le feldspath et l'amphibole, et reparaître l'olivine et le pyroxène. Cette remarque se vérifie par-tout où l'on observe des porphyres, des courans de lave, ou des masses basaltiques, reposant les unes sur les autres. — Phénomène d'autant plus important qu'on peut espérer qu'il servira quelque jour à développer la théorie des phénomènes volcaniques, pourvu toutefois que les découvertes nouvelles nous fournissent des faits analogues. »

L'auteur passe ensuite aux rapports géologiques qui existent entre le trapp-porphyre et d'autres roches.

Les *pechstein-porphyres*, toutes les *obsidiennes* et les *perlstein-porphyres*, regardés jusqu'ici comme des variétés des porphyres primitifs, sont en grande partie en couches subordonnées dans les trapp-porphyres. Cette position est évidente, pour le *pechstein*, au Cantal, dans les vallées de la Chaze et de la Garde, au-dessus d'Aurillac.

Quant aux *pechsteins de Meissen* en Saxe, leur liaison avec le trapp-porphyre n'est pas encore suffisamment prouvée; mais M. de Raumer les regarde comme une formation très-nouvelle et entièrement différente de celle des porphyres primitifs.

Il en est de même de l'*obsidienne*, tant aux îles de Lipari qu'aux volcans de Puracé et de Sotara, et au Mexique, suivant M. de Humboldt, et aussi en Hongrie, entre Keresztur et Tokay.

Le *perlstein*, qui se rencontre si fréquemment dans les collines de Tokay et de Telkobanja, paraît en général être dépendant de l'obsidienne. Tous deux alternent en petites couches; ils sont liés l'un à l'autre par des passages insensibles; et tous deux contiennent du feldspath vitreux; et si on ajoute à ces faits ceux observés à Lipari, on regardera le perlstein comme n'étant réellement qu'une modification de l'obsidienne. Tous deux sont composés des mêmes élémens; il ne manque au perlstein que les parties volatiles qui occasionnent le boursouflement de l'obsidienne.

Cette existence d'une matière volatile, dans l'obsidienne, ne peut plus être regardée comme une preuve de l'im-

possibilité de son origine volcanique, depuis que l'on sait que la compression est capable de retenir pendant la fusion des substances gazeuses analogues, et même l'acide carbonique ; et il est facile d'imaginer qu'une compression semblable a pu avoir lieu dans la nature. Sans doute on ne voit pas à Tokay des preuves aussi évidentes de la fusion des obsidiennes comme à Volcano ; mais il est certain qu'on observe, dans l'un et l'autre gisement, les mêmes roches, et en général des circonstances géologiques assez semblables. M. de Buch fait ensuite remarquer les rapports géologiques qui lient le basalte avec le trapp-porphyre ; il fait voir que ces rapports n'ont échappé à aucun des naturalistes qui ont observé ces derniers terrains, quoiqu'il leur ait été presque toujours impossible d'observer leur superposition immédiate. Il cite un grand nombre d'exemples pris dans le Vicentin, dans le pays des Sept-Montagnes, sur les bords du Rhin, dans la chaîne des Puys-de-Dôme, et aussi dans celles du Mont-d'Or et du Cantal.

Ces citations le conduisent à remonter à une partie des causes de ces grands phénomènes ; il regarde comme probable que ces roches porphyroïdes sont le résultat d'une altération des granites ; altération produite par l'effet d'un fluide élastique qui a fendillé le quarz jusqu'à le rendre entièrement méconnaissable ; qui a fendillé également en longueur les cristaux de feldspath, en leur ôtant leur clivage et leur éclat nacré, en leur conservant leur forme et en augmentant leur transparence ; mais qui n'a point altéré le mica et l'amphibole.

« Mais, ajoute-t-il, si les phénomènes remarquables observés près de Clermont rendent cette opinion vraisem-

blable, on ne peut se défendre d'admettre que le Cantal et le Mont-d'Or n'aient été *soulevés;* que leur porphyre n'ait été primitivement un granite ou quelque roche analogue, et que par conséquent ces montagnes sont le produit de formations purement locales, et non générales, mais qui, observées sur toute la surface du globe, présentent constamment des résultats identiques de causes absolument analogues; enfin, que le basalte qui recouvre ces porphyres, que la lave même ne sont autre chose que le résultat de ces mêmes porphyres, ou peut-être même des granites modifiés par l'addition du fer oligiste sublimé; que, par cette nouvelle altération, le feldspath, l'amphibole et le mica ont été détruits, de nouvelles substances produites, et que cette nouvelle masse a coulé comme un torrent sur les pentes des premières montagnes *soulevées,* et s'est étendue dans la plaine. »

L'auteur rappelle les objections faites contre cette idée de *soulèvemens* par Breislack et autres naturalistes; et pour y répondre, il cite l'exemple du volcan de *Jorullo* observé au Mexique par M. de Humboldt; — celui de l'île de *Unalaschka* décrit par M. Langsdorf; — l'île de *Sabrina*, dans les Açores, élevée en 1811; — la petite *Kameni,* près de Santorin. Enfin, il rapporte un passage des *Métamorphoses d'Ovide* qui indique clairement la formation de la colline de *Trezène* par soulèvement.

Revenant ensuite sur les faits observés au Mont-d'Or, au Puy-de-Dôme et au Cantal, il ajoute : « Il n'y a peut-être dans tout l'univers aucune contrée où les phénomènes volcaniques soient plus variés, plus liés entre

eux, et par conséquent plus instructifs que dans le milieu de la France. Si l'on est encore porté à douter de l'existence des volcans éteints, on en sera bientôt persuadé en voyant, auprès de Clermont, et ces montagnes de matières scorifiées, et ces cratères, et ces magnifiques coulées de lave sorties de leur pied, se précipitant au loin dans les vallées comme des torrens, plus admirables que toutes celles du Vésuve et de l'Etna. Voudrait-on encore considérer le trapp-porphyre comme une roche non volcanique soumise à une grande formation générale qui renfermerait en elle les causes des phénomènes volcaniques, ou bien refuse-t-on d'admettre que la lave est sortie du milieu du granite....? On est forcé de renoncer à toutes ces idées quand on observe (encore auprès de Clermont) cette alternative de cimes et de protubérances porphyriques avec des cônes produits par des déjections. Vous ne pouvez là indiquer le point, l'ouverture qui a donné passage à la lave, ni assigner la cause inconnue de ces phénomènes ignés; mais les collines de scories au pied desquelles les laves paraissent, reposent évidemment non sur le porphyre, mais sur le granite. Nulle part on ne peut trouver, comme ici, cette preuve de l'existence des causes volcaniques sous le granite. Par-tout ailleurs, en Italie, en Amérique, en Islande, à l'île de Bourbon, les effets sont si grands, les masses rejetées sont si considérables qu'elles enveloppent entièrement la roche fondamentale dont elles sont sorties, et empêchent d'observer les rapports entr'elle et les produits qu'elle a fournis. — Le Mont-d'Or est, à la vérité, une montagne porphyrique isolée; mais sa position dans la direction même de la chaîne

des Puys, son porphyre, qui est de même nature que celui des Puys, tout force l'observateur à lui appliquer les rapports géologiques des environs de Clermont; et on peut d'autant moins oublier les volcans en parcourant cette montagne, qu'on voit sur ses flancs, auprès de Murol, s'élever une colline de déjections ayant un cratère, et, à son pied, un beau courant de lave qui s'étend jusqu'à un mille de distance dans une étroite vallée, jusqu'à Champeix et Nechers.

» Au Cantal, on observe encore la même roche et la même enveloppe de basalte : cette montagne se trouve encore placée sur la même direction de la chaîne des Puys et du Mont-d'Or; elle forme aussi une masse isolée; mais les volcans, les buttes coniques de déjections, les courans de lave sont ici entièrement disparus. A leur place, on trouve une masse puissante de conglomérat qui recouvre la plus grande partie des pentes. Si on n'arrivait pas au Cantal par la chaîne des Puys et celle des Monts-d'Or, et si on n'avait observé l'espèce d'affinité géologique qui les unit et établit une continuité entr'eux, on serait facilement entraîné à douter ici de l'existence des phénomènes volcaniques, et à donner au porphyre et au basalte une toute autre origine. Mais on serait bientôt ramené aux idées volcaniques par le mont Mezin, le Velay et le Vivarais, qui avoisinent le Cantal. Ces contrées nous apprennent que le trapp-porphyre n'est pas un intermédiaire nécessaire pour former le basalte avec le granite. On y voit le basalte et les scories basaltiques sortir du sein même du granite. La fameuse masse isolée de scories, dite la *Roche-Rouge*, près la ville du Puy, au-dessous de Serussac, élevée

de 150 pieds, est au milieu même du granite; il n'y a que le sommet qui paraisse au dehors. Ces scories renferment un grand nombre de fragmens de granite fondus sur les bords, comme il arrive dans nos fourneaux, etc. Enfin, au pied méridional du mont Mezin, on reconnaît avec une certitude entière (autant du moins qu'on peut l'obtenir dans ces sortes de recherches) que le vrai basalte avec tous les caractères du basalte d'Allemagne en belles masses prismatiques, peut couler dans les vallées, comme les courans de laves de Clermont.

» *Presque toutes les difficultés contre la théorie de la formation des roches de trapp dans les diverses localités trouvent leur solution dans cette partie de la France. Là se trouve la clef de la véritable connaissance des phénomènes volcaniques, par-tout ailleurs si obscure et si problématique.*

» Sans connaître l'Auvergne et le Vivarais, qui oserait se permettre d'avancer que les montagnes de l'Europe les plus riches en mines, celles de *Schemnitz* et de *Kremnitz* en Hongrie, *sont*, *sinon des volcans*, *au moins des terrains d'origine volcanique?* Cependant si on examine les collections faites dans cette contrée et la description qu'en a donnée M. Esmark, nous y remarquons évidemment une grande ressemblance avec le Cantal, tant dans la nature des roches que dans leur position. Seulement ces roches ne se présentent point ici en cônes isolés. Sans doute on ne peut trouver, dans tout l'ensemble des circonstances locales, des preuves positives de l'origine volcanique des porphyres de Hongrie; néanmoins la conformité qui vient d'être indiquée est tellement frappante qu'on est bien plutôt en-

traîné invinciblement vers cette idée, que porté à regarder ces roches comme faisant partie d'une grande formation générale, etc. »

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans tous les détails intéressans qu'il donne sur la Hongrie, principalement d'après M. Esmark, et la comparaison qu'il établit entre cette contrée et beaucoup d'autres décidement volcaniques.

Il fait remarquer que, dans l'Allemagne, le basalte n'est accompagné de trapp-porphyre que dans le bas Rhin et dans le Brisgaw; que dans la Hesse, la Saxe, la Bohême et la Silésie, on ne voit avec lui aucun porphyre; et cependant il indique quelques-uns des rapports qui lient ces basaltes avec ceux du centre de la France.

Il rappelle ensuite les masses immenses de trapp-porphyre observées par M. de Humboldt dans les Andes. Les volcans de cette contrée ne sont pas des cimes composées de scories et entourées de courans de lave comme au Vésuve et à l'Etna, mais des montagnes porphyriques comme au Cantal et au Mont-d'Or; et ce qui est bien remarquable, il n'y a, dans toute l'Amérique, de porphyre que là où il y a des volcans. M. de Humboldt n'en a vu aucune trace dans toute la chaîne de Caraccas, qui n'est nullement volcanique. — Les porphyres des hautes chaînes entre la vallée de la Madeleine et celle de Cauca ressemblent tout-à-fait à ceux de Drackenfels, aux bords du Rhin. — En général le gisement des trapp-porphyres, dans cette partie des Andes, ressemble tellement à celui qu'ils ont en Europe, que rien n'empêche de leur appliquer les mêmes raisonnemens qui ont été suggérés par les petites collines de porphyre

des environs de Clermont. — Dans le Mexique, on observe des rapports analogues avec ce que nous connaissions sur notre continent. Les obsidiennes et perlstein de *Cimapecuaro* et de *Cerro de los Navachos* ont un gisement analogue à ceux de Vulcano, de la Hongrie, etc..... En général, dans tous ces faits géologiques, on remarque une correspondance admirable entre les deux parties du monde.

« Mais, ajoute M. de Buch, est-il permis de rapporter à ces formations le terrain métallifère de *Guanaxuato*? — Le porphyre s'y montre dans la hauteur, dans la partie orientale de la vallée de Marsil; sa pâte paraît être de feldspath compacte; les couches supérieures contiennent du feldspath vitreux, et l'amphibole et le mica y sont très-rares. — Le filon de Guanaxuato, le plus puissant et le plus riche en argent et en or, la *Veta madre*, traverse ce porphyre; et cependant il se prolonge audessous dans une roche de schiste argileux (*thonschiefer*), où il est exploité à une profondeur considérable. Ici, la superposition du porphyre est indubitable. Il est cependant tout-à-fait impossible de le considérer comme une roche modifiée par une action volcanique. — Il faudrait donc se représenter ce porphyre comme ayant coulé sur les roches inférieures; ce qu'il est bien difficile d'admettre de masses aussi considérables....; ou bien doit-on présumer qu'il appartient à une autre formation....? La Hongrie ne nous présentera-t-elle pas quelque gisement analogue? Alors on serait forcé de convenir que l'idée d'attribuer une origine volcanique à plusieurs des terrains qu'on y observe deviendrait difficile à soutenir. »

M. de Buch termine son Mémoire ainsi :

« *Il résulte de toutes ces recherches et de l'état actuel de nos connaissances, que le* trapp-porphyre *appartient aux roches les plus nouvelles, et presque toujours aux formations qui sont en rapports géologiques avec le basalte; que les roches porphyroïdes à base de perlstein, d'obsidienne et de pechstein, ne constituent pas des formations séparées, mais sont subordonnées au trapp-porphyre; que c'est du milieu de cette roche que les phénomènes volcaniques ont été produits, au moins en grande partie, et presqu'indubitablement quand les volcans atteignent plus de mille toises de hauteur; qu'enfin, lorsque le trapp-porphyre se trouve associé avec le basalte, il se trouve à la base, et le basalte est placé en recouvrement dans les parties supérieures.* »

SUR *un Effet remarquable produit par un coup de tonnerre, le 6 août 1809, dans la maison de M. Elias Chadwick, de Swinton, comté de Lancaster* (1).

LA maison de M. Chadwick est située sur la rive droite de la rivière Irwell, à cinq milles de Manchester,

---

(1) Nous avons emprunté la description du phénomène curieux dont il est question dans cet article, au rapport rédigé par M. Chadwick lui-même, et publié dans le tome II, seconde série, des *Mémoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*. Ces Mémoires ne sont parvenus en France que depuis peu.

et dans un canton où le terrain est assez élevé. Une cave d'environ dix-huit pieds de long, destinée au charbon de terre et surmontée d'une citerne, était adossée à la face septentrionale du bâtiment, près de la cuisine; les fondations de la cave étaient à un pied au-dessous du sol : les murs, de trois pieds d'épaisseur et douze pieds de haut, étaient construits en brique et ciment à la chaux; on les avait en outre fortifiés par des liens en bois : le fond et les murs de la citerne étaient recouverts de larges pavés. Le jour de l'événement, la cave renfermait une tonne de charbon.

Le 6 août 1809, vers le milieu du jour, on entendit gronder l'orage du côté de la plaine et à une grande distance; à midi et demi précis, le ciel se couvrit subitement de nuages noirs et épais; peu d'instans après, une horrible explosion eut lieu. M. et Mme Chadwick, qui étaient debout dans un de leurs appartemens, firent brusquement, l'un et l'autre, un demi-tour sur eux-mêmes, mais sans être blessés. Un jeune homme de dix-sept ans reçut aussi la commotion sans en être incommodé, quoiqu'il ne fût alors qu'à *vingt-quatre* pieds de la place où le tonnerre produisit l'effet extraordinaire qui nous reste à décrire. Ce jeune homme, à l'instant même où l'explosion eut lieu, vit le mur extérieur commun à la cave et à la citerne se détacher du corps du bâtiment, et se mouvoir, à ce qu'il assure, graduellement dans la direction du nord. Le mur ne fut pas renversé; il est même encore debout. L'une de ses extrémités s'était déplacée de *neuf* pieds, et l'autre de *quatre;* en sorte que la position nouvelle fait avec l'ancienne un angle très-sensible. La portion du mur qui fut ainsi soulevée de ses fondations et que la foudre dé-

plaça, se compose d'environ *sept mille briques*. Son poids n'est probablement pas inférieur à *vingt-six tonnes* (26000 kilogrammes). Les liens en bois de la citerne s'étaient détachés du mur, paraissaient comme déchirés, et furent transportés plus loin que la maçonnerie. Il n'y avait, dans le voisinage de la cave, au moment où le tonnerre éclata, rien de métallique, si ce n'est quelques petits crochets destinés à supporter une gouttière, qui même ne furent pas déplacés. Un tuyau par où l'eau passait de la citerne dans la cuisine n'était ni détaché ni brisé; deux jeunes arbres, distans seulement de douze pieds du mur de la cave, restèrent aussi parfaitement intacts. Immédiatement après l'explosion, la pluie tomba par torrens; l'air, dans le voisinage de la maison, fut pendant quelques minutes extrêmement brumeux et imprégné d'une odeur sulfureuse fort désagréable.

Extraits de Journaux.

(Journal de Physique, 1817.)

Sur *une jeune femme aveugle (Mlle* Marguerite M'Evoy), *qui paraît lire* (à distance) *par l'extrémité des doigts.*

Par le Révér. T. Glower.

Cet article, qui figurerait avec honneur dans les annales destinées à retracer toutes les merveilles du magnétisme animal, a été publié pour la première fois dans le *journal* du Dr Thomson. En le reproduisant, le

rédacteur du *Journal de Physique* prévient ses lecteurs qu'*il n'ajoute pas une foi aveugle aux expériences* du Révér. T. Glower. « Néanmoins, dit-il, nous avons » cru devoir les faire connaître, parce qu'elles parais- » sent avoir été faites par un homme qu'on doit sup- » poser instruit, auquel il semble qu'il eût été difficile » d'en imposer, et qu'il ne cherche à les expliquer par » aucune théorie. » Quant à moi, il me paraît, au contraire, qu'il a dû être très-facile d'*en imposer* à M. Glower, si j'en juge par les preuves palpables d'ignorance dont son Mémoire fourmille. Si M. Glower s'était contenté, par exemple, d'attribuer à Mlle Marguerite M'Evoy la faculté de discerner la couleur de tous les corps par le seul secours du tact, il aurait annoncé une chose fort extraordinaire et fort improbable; mais il eût été assez difficile d'en *démontrer* la fausseté. J'ajouterai même qu'il aurait pu trouver, dans le récit du D[r] Finch, rapporté par Boyle (1), et dans la Théorie newto-

---

(1) L'individu dont parle le D[r] Finch s'appelait *Vermaasen*; il était organiste dans une des églises de Maestricht et aveugle depuis l'âge de deux ans. S'il faut en croire le Docteur, diverses pièces de ruban qui offraient les nuances suivantes : blanc, rouge, bleu, vert, jaune, gris et noir, ayant été présentées à Vermaasen, il parvint à les distinguer l'une de l'autre par le seul secours du tact. C'était la forme ou la grosseur des aspérités qui le guidaient. Le noir et le blanc se distinguaient difficilement l'un de l'autre : leurs aspérités ressemblaient à des pointes d'épingles; le bleu et le rouge, au contraire, étaient très-doux. Entre ces extrêmes venaient se placer le vert, le gris et le jaune : cette

nienne de la coloration, des argumens à l'appui de son hypothèse. Mais notre auteur ne s'arrête pas en si beau chemin : suivant lui, Mlle Evoy lut en sa présence un livre ordinaire, *à la distance de* 12 *pouces, en tâtant* avec ses doigts *sur la surface d'un verre commun* qui était placé *entre* le livre et sa main. Elle *aperçut*, toujours sans les toucher, *des pièces de monnaie; dit quand elles étaient dans un sens ou dans l'autre; désigna la position des armoiries, de la couronne, etc.; lut le millésime, et observa, sans qu'on lui eût demandé, qu'une demi-guinée était un peu courbe. En appliquant ses doigts à la fenêtre, elle aperçut deux pierres nouvellement taillées, de couleur jaune, posées l'une sur l'autre, à la distance de* 12 *verges. Elle signala un ouvrier dans la rue, deux enfans qui passaient par accident. Elle voyait fuir sous ses doigts ces anneaux colorés qui se forment entre deux lames de verre polies, etc., etc.*

Si de telles absurdités méritaient une réfutation sérieuse, nous ferions remarquer que chaque partie d'un corps lumineux par lui-même, ou seulement éclairé, est le sommet d'où émanent des rayons dirigés vers toutes les régions de l'espace; que conséquemment chaque point des doigts de Mlle Evoy devait, pendant les expé-

---

dernière couleur paraissait plus douce que le gris, et plus âpre que le rouge. Tout ceci, comme on voit, ne serait pas très-conforme à la théorie newtonienne de la coloration. Vermaasen ne jouissait, dit-on, de cette finesse de tact que pendant qu'il était à jeun. (Voyez *The Philosophical Works of Robert Boyle.* Vol. II, p. 11.)

riences que M. Glower rapporte, être frappé *en même temps* par des rayons qui partaient *d'une infinité de points différens;* que dès-lors il était impossible qu'elle pût distinguer, par le seul secours du tact, quelque sensibilité qu'on voulût d'ailleurs lui supposer, la forme et la situation relative des points rayonnans. L'on sait, en effet, que l'œil lui-même perd la faculté de discerner les objets, lorsqu'à l'aide d'un verre concave ou convexe on dilate les images qui se forment sur la rétine, au point de les faire empiéter les unes sur les autres. Quoique ceci ne soit pas énoncé d'une manière parfaitement positive, on voit, dans tout le Mémoire, que M. Glower se persuade qu'un verre plan reçoit en plein air, sur sa surface, comme s'il était dans une chambre obscure, la peinture des objets circonvoisins. C'est sur cette prétendue peinture que se promènent les doigts de Mlle Evoy quand elle lit, ou lorsqu'elle examine des objets éloignés. Sans le secours de ce verre intermédiaire elle est incapable de lire et de rien voir. *Mais aussi*, nous dit M. Glower, *elle lisait avec une loupe convexe à la distance de* 9 *pouces du livre*. Les lettres lui paraissaient grossies, et remarquez que ses doigts n'étaient pas au foyer, *mais grattaient doucement la* SURFACE *de la lentille!* On voit que le Révér. T. Glower est également peu avancé dans la théorie des verres plans et dans celle des lentilles grossissantes. Mon intention, néanmoins, n'est pas de m'inscrire en faux contre tout ce que son Mémoire renferme. Je trouve, par exemple, dans l'expérience 15, que Mlle M'Evoy reçut *sur le bout de ses doigts* l'image du soleil réfléchie par un miroir plan, et cela *sans en être éblouie.* Or, sur

ce fait particulier, je suis très-disposé, je l'avoue, à m'en rapporter entièrement à l'assertion du Révér. T. Glower.

Sur *la Strontiane, et sur un nouveau gisement de la Célestine* (Strontiane sulfatée fibreuse. *Haüy*.)

Par Van-Mons.

Le Mémoire qui a donné lieu à l'article précédent renferme, comme on a vu, des assertions entièrement dénuées de fondement; mais du moins tout y est clairement exprimé. Nous doutons fort que jamais personne reconnaisse ce genre de mérite dans l'écrit de M. Van-Mons, dont nous venons de transcrire le titre. Suivant ce chimiste, la strontiane est une combinaison de baryte et de chaux : ses preuves sont que la valeur stœchiométrique de la strontiane est égale à 50, et que ce nombre est la moyenne arithmétique entre 27,5 et 72,5, valeurs stœchiométriques de la chaux et de la baryte. Peut-être quelqu'un trouvera-t-il la clef de cette énigme, si nous ajoutons que, dans ces évaluations, l'auteur prend pour *unité* l'oxigène, qui, dans l'eau, sature *un* d'hydrogène. Nous n'entreprendrons pas de faire connaître le reste de la note. Il nous paraît qu'il s'y est glissé des fautes d'impression; mais nous ne sommes pas assez au fait des systèmes de M. Van-Mons pour oser entreprendre de les corriger.

SUR *le Changement de polarité d'une pile de Volta, avec des observations de M.* Lefranc.

On annonce, dans cet article, que M. Schweiger est parvenu, par des moyens qui seront publiés dans la suite, à renverser les poles des batteries galvaniques, de manière que le gaz hydrogène se dégage tantôt de l'extrémité zinc, et tantôt de l'extrémité cuivre. Cette observation, en la supposant fondée, serait très-curieuse. Le Mémoire que M. Schweiger promet à ce sujet sera lu avec empressement par les physiciens, qui sûrement ne manqueront pas de répéter ses expériences. Quant à M. Lefranc, il ne prendra pas cette peine; il a déjà inventé des moyens d'obtenir les mêmes résultats. Ces moyens sont *trop neufs*, *trop ingénieux*, pour qu'il nous soit permis de rien substituer à la description que M. Lefranc en donne. « On obtiendrait, dit-il, le changement » de poles d'une batterie en plaçant à part les deux com» binaisons zinc, cuivre, zinc et cuivre, zinc, cuivre, » dans la direction d'est-ouest, *et avec le degré d'in» clinaison le plus favorable à la polarisation de la » lumière par transmission.* Alors la plaque de métal » dirigée vers l'est *serait* électrisée négativement, tandis » que celle du même métal dirigée vers l'ouest *mani» festerait* une électricité positive. *On conçoit très-aisé» ment* qu'en tournant cette petite batterie sur elle-même, » de manière que la plaque qui se trouvait placée du » côté de l'est le soit du côté de l'ouest, et récipro» quement, les poles de la batterie *doivent* être changés. » Cette expérience *doit* réussir plus parfaitement avec

» la combinaison cuivre, zinc, cuivre, qu'avec celle » zinc, cuivre, zinc. » Si la sagacité des rédacteurs du *Journal de Physique* était moins connue, on serait tenté de prendre le paragraphe qu'on vient de lire pour une mystification. A-t-on jamais vu, en effet, un amalgame plus extraordinaire? Quelqu'un avait-il imaginé jusqu'ici de faire dépendre la distribution de l'électricité, dans la pile voltaïque, de la situation de cette pile par rapport aux points cardinaux, et de l'inclinaison sous laquelle la lumière est polarisée par transmission? Qu'est-ce, au reste, que l'angle de la polarisation *par transmission*, surtout lorsqu'il s'agit des métaux qui, comme on sait, ne *transmettent* pas de lumière? D'après ce petit échantillon, on nous dispensera sans doute de faire connaître ce que pense M. Lefranc sur la nature du fluide électrique. Nos lecteurs voudraient-ils d'ailleurs nous en croire sur parole si nous disions que, dans un recueil aussi estimé que l'est le *Journal de Physique*, on a donné place à une dissertation où l'on parle des poles *est*, *ouest*, *nord* et *sud* de la lumière, comme si les propriétés que les rayons acquièrent en se réfléchissant sur les corps, ou en les pénétrant, ne dépendaient pas uniquement de la position de ces corps, et étaient liées à celle de l'axe de rotation de la terre? Dans le Mémoire où, pour la première fois, Malus décrivit les curieux phénomènes de la polarisation, il supposa, POUR FIXER LES IDÉES, que le rayon sur lequel il opérait était situé et se réfléchissait dans le plan du méridien. Les nouveaux miroirs, à l'influence desquels il soumit les rayons, étant DÈS-LORS placés à l'est, à l'ouest, au nord-ouest, etc. de la direction primitive, il fut permis d'employer ces termes pour les dési-

gner. On trouverait ici, au besoin, l'origine des nombreuses méprises qu'on remarque dans le Mémoire de M. Lefranc; mais il resterait toujours à expliquer comment un savant aussi distingué que le rédacteur actuel du *Journal de Physique* a pu penser qu'un tel écrit était digne d'attention.

EXAMEN *critique des différentes hypothèses imaginées pour expliquer l'apparence connue sous le nom de* queue *ou* chevelure des comètes.

Par H. FLAUGERGUES.

CE Mémoire, par sa nature, n'est pas susceptible d'extrait. Il renferme une discussion en forme, et, à notre avis, très-souvent inutile, des hypothèses plus ou moins bizarres qu'on a imaginées pour expliquer la queue et la chevelure des comètes. Le tout est accompagné de citations nombreuses et détaillées, qui prouvent du moins que l'auteur a une vaste érudition. Si par la suite, et lorsque le travail sera entièrement imprimé, nous trouvons que M. Flaugergues a essayé de substituer un nouveau système à ceux de ses devanciers, nous ne manquerons pas d'en entretenir nos lecteurs. Pour le moment, il nous suffira de présenter quelques remarques au sujet d'une expérience qui ne nous paraît pas avoir été faite dans des circonstances favorables, et par laquelle ce savant a voulu prouver que l'impulsion des rayons solaires est tout-à-fait insensible.

Dans une des explications que Képler a données de la

queue des comètes, il *suppose* que cette apparence est due à *une matière que les rayons du soleil détachent, par leur impulsion, du corps de l'astre*; mais il ne paraît pas que ce grand astronome ait jamais cherché à rendre cette impulsion sensible par des expériences directes. A défaut de telles expériences, Hartsoecker rapporte, dans ses *Principes de Physique*, quelques phénomènes naturels qui lui semblent des preuves manifestes de la réalité de cette impulsion : ainsi, *suivant lui*, le Danube est moins rapide le matin lorsque le courant est opposé au soleil, que le soir quand il se meut dans la direction des rayons de cet astre. La même cause, dit-il, servirait à expliquer un courant qu'on observe le long des côtes, dans le golfe de Lyon; le refoulement de la fumée des cheminées dans l'intérieur des appartemens, etc., etc. D'après ce petit échantillon, nos lecteurs nous dispenseront sûrement de rapporter les autres preuves par lesquelles M. Hartsoecker cherche à étayer son système.

Homberg, à qui l'Académie des Sciences eut le tort de confier plusieurs fois la vérification d'expériences délicates, regarda, à son tour, quelques mouvemens qu'il avait remarqués dans des filets d'amiante placés au foyer d'une lentille, comme des effets de l'impulsion des rayons lumineux. Il ajouta « qu'ayant poussé, par secousses » réitérées, contre le bout libre d'un ressort, le foyer » d'une lentille de douze à treize pouces de diamètre, » il vit que le ressort faisait des oscillations très-sensi» bles, comme si on l'avait poussé avec un bâton. »

Ces expériences furent bientôt discutées, dans le sein même de l'Académie, par Mairan et Dufay. « Nous » construisîmes, dit Mairan, M. Dufay et moi, une

» espèce de moulinet de cuivre bien mobile; nous y » fîmes tomber le foyer d'une loupe de sept ou huit pou- » ces de diamètre, et il n'en résulta que des trémousse- » mens équivoques. Je me suis procuré depuis une » machine plus légère et plus artistement suspendue: » c'est une roue horizontale de fer, d'environ trois pouces » de diamètre, ayant six rayons, à l'extrémité de chacun » desquels est une petite aile oblique, et dont l'axe, qui » est aussi de fer, ne tient, par sa partie supérieure, qu'au » bout d'une baguette de fer aimantée. La roue et son axe » ne pèsent en tout que 30 grains. Rien n'est plus mobile » que cette roue; mais en même temps rien n'est moins » certain que l'induction qu'on voudrait en tirer en fa- » veur de l'impulsion des rayons. La machine tourne » tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, suivant qu'on ap- » proche plus ou moins une de ses ailes du foyer en » deçà ou au-delà, etc. » (*Traité de l'Aurore boréale*, page 371.)

Ces expériences, toutes concluantes qu'elles doivent paraître, n'empêchèrent pas des savans d'ailleurs très-habiles, de présenter, par la suite, les mouvemens qu'on observe dans un globule d'or ou de tout autre métal fondu au foyer d'une large loupe, comme des effets de l'impulsion des rayons solaires. (*Voyez* Macquer, *Dictionnaire de Chimie.*)

Tel est l'état où M. Flaugergues a cru trouver cette question. Or, voici par quels moyens il pense avoir levé *tous les doutes*.

Il a fixé verticalement un tuyau de fer-blanc de dix pieds de longueur, et bouché aux deux bouts, sur le mur méridional de son observatoire. Un fil d'argent attaché

à la partie supérieure pendait librement le long du tuyau, et supportait *une boule noircie de cuivre jaune, d'environ deux lignes et trois quarts de diamètre.* Un second tuyau implanté latéralement dans le premier était fermé, à son extrémité, par une lentille double convexe, de trois pouces dix lignes de diamètre. Le foyer de cette lentille coïncidait exactement avec la boule de métal que supportait le fil. En laissant entrer subitement les rayons solaires, à midi, par le tuyau latéral, ils devaient pousser la boule et le fil vers le nord si, comme on l'a supposé, ces rayons exercent une force impulsive sensible : il était facile de reconnaître si le fil s'écartait de la situation verticale, puisqu'avant de laisser pénétrer la lumière dans le tuyau on avait le soin, dans chaque expérience, de s'assurer que son image passait par la croisée des fils du micromètre adapté à un excellent microscope. Or, jamais, dit M. Flaugergues, l'action brusque des rayons réfractés par la lentille n'a déplacé la boule; jamais le fil d'argent n'a été dérangé de la situation verticale. Quelquefois seulement « on remarquait un léger trémousse- » ment; mais cela ne durait que quelques instans, et » ce fil reprenait bien vite son immobilité primitive. »

Ceux qui connaissent l'habileté de M. Flaugergues s'étonneront sans doute avec nous qu'il ait espéré apprécier l'impulsion des rayons solaires, en l'opposant à une force aussi considérable que celle qui est nécessaire pour entraîner hors de la verticale un fil chargé d'une boule de cuivre de *deux lignes trois quarts de diamètre* : un levier horizontal, comme celui de Mairan et de Dufay, aurait été incomparablement plus sensible, surtout si on l'avait suspendu à un fil sans torsion. Ce moyen, dont

on connaît toute l'exactitude par les expériences de Coulomb, a été appliqué depuis un grand nombre d'années à la recherche qui nous occupe. On trouve, par exemple, dans l'*Histoire de l'Optique*, de Priestley (page 387), la description de l'appareil dont s'est servi ce même M. Michell à qui Cavendish a emprunté la méthode qu'il a suivie dans la détermination de la moyenne densité de la terre. Une lame de cuivre, d'un pouce carré, extrêmement mince, fut fixée au bout d'un fil de clavecin délié et d'environ dix pouces de longueur. Une chape d'agate, semblable à celle des aiguilles de boussole, reposait sur une pointe très-aiguë et supportait le fil. Le poids total de l'appareil ne surpassait pas *dix grains*; une boîte vitrée mettait toutes les parties à l'abri des agitations de l'air extérieur. En projetant la lumière solaire sur la petite plaque de cuivre, à l'aide d'un miroir concave réfléchissant, de deux pieds de diamètre, M. Michell vit, à plusieurs reprises, le levier se mouvoir avec une vitesse d'environ un pouce par seconde : ce léger mouvement lui paraît devoir être attribué à l'impulsion des rayons solaires (1). Mais n'est-il pas plus naturel de

(1) En admettant que le mouvement d'un pouce en une seconde, observé dans l'extrémité du levier, est l'effet de l'impulsion des rayons solaires, M. Michell calcule la *masse* du faisceau total de lumière qui frappait en une seconde la petite plaque de cuivre; mais son calcul est inexact. Voici comment, en employant ses propres données, on pourrait le rectifier. Nous supposerons que la lumière est perpendiculaire au levier pendant toute la durée de la première seconde, et que son impulsion ne s'étend que sur une petite

le considérer comme l'effet des courans d'air qui devaient nécessairement s'établir dans l'intérieur de la boîte? M. Michell nous apprend, en effet, que la température considérable qu'éprouva la petite plaque de cui-

---

portion de la plaque qui le termine; que le levier est de plus soutenu par son centre de gravité. Cela posé, si l'on désigne par r la *longueur* de l'arc décrit par l'extrémité du levier en 1″ de temps; par h l'*espace* que parcourt la lumière dans le même intervalle; par p la *masse* de la lumière qui tombe sur le levier en une seconde; et par m la *masse* du levier, on a:

$$p = \frac{2}{3}\, m \frac{r}{h}.$$

M. Michell trouve, pour le rapport de r à h, celui de 1 à 12000000000 : m était 10 grains; la masse p serait donc les $\frac{2}{3}$ de $\frac{10 \text{ grains}}{12000000000}$, ou *la dix-huit cent millionième partie d'un grain.*

L'étendue superficielle du miroir de M. Michell était d'environ *trois pieds carrés*; et comme un métal ne réfléchit guère que la moitié de la lumière incidente, c'est comme si la surface du miroir était seulement d'*un pied carré et demi*; on aurait donc $\frac{1}{1800000000}$ de grain pour la masse de la lumière qui tombe, en une seconde de temps, sur une surface d'un pied carré et demi, et $\frac{1}{2700000000}$ pour celle qui correspond à un pied. Si l'on voulait calculer ensuite la quantité de matière qui émane, en *une seconde*, d'*un pied carré* pris sur le soleil, on remarquerait que la densité de la lumière est plus grande à la surface de cet astre que sur la terre, dans le rapport de 45000 à 1, et conséquemment qu'un pied carré doit fournir, par seconde, $\frac{45000}{2700000000}$ de grain $= \frac{1}{60000}$ de grain, c'est-à-dire, un peu plus de *deux*

vre, durant ses expériences, altéra bientôt sa forme et sa position, au point de la faire dévier sensiblement de la situation verticale qu'on lui avait donnée à l'origine; et qu'alors, en agissant sous l'influence du courant as-

---

grains par jour. Ceci correspond à environ *quatre cent cinquante livres* anglaises (avoir du pois) en six mille ans. Une telle perte en poids, par pied carré de la surface du soleil, n'aurait occasionné, dans le diamètre, après *six cents* siècles, qu'une diminution d'environ 14 pieds, même en admettant que la densité de cet astre ne fût pas plus grande que celle de l'eau. Les expériences de Bennet, que nous avons rapportées dans le texte, conduiraient à des résultats incomparablement plus petits encore.

Franklin avait présenté, dans un de ses ouvrages, le défaut d'impulsion des rayons solaires comme une très-forte objection contre le système de l'émission. « Les plus petites » parties de matière ne doivent-elles pas, dit-il, être douées » d'une force supérieure à celle d'un boulet de canon de » vingt-quatre? » (Voyez *Experiments and Observations on Electricity*, page 264 (1769).

En réponse à ce doute, Horsley montra, par un calcul numérique très-simple, que la force d'impulsion d'une molécule sphérique trois fois plus dense que le fer, et d'un diamètre égal à la millionième partie d'un millionième de pouce anglais, ne surpasserait pas celle d'un boulet de fer d'un quart de pouce en diamètre, et qui parcourrait *un pied en cent quarante-quatre millions de millions d'années*.

Il paraît donc fort douteux qu'on puisse jamais puiser, dans des considérations de ce genre, des argumens décisifs en faveur de l'un ou l'autre des deux systèmes entre lesquels l'opinion de quelques physiciens est encore indécise. Nous

cendant, comme une aile de moulin à vent, au lieu de reculer toujours devant les rayons lumineux, elle avait quelquefois un mouvement contraire, et marchait, pour ainsi dire, à leur rencontre. Au reste, lors même qu'on voudrait admettre que la plaque de cuivre était à l'origine parfaitement verticale, et qu'il ne se produisait pas de courans d'air dans la boite, on expliquerait encore d'une manière fort naturelle le mouvement dont parle M. Michell, en remarquant, comme l'a déjà fait le Dr T. Young, que l'air était plus échauffé sur la face où tombait la lumière que sur la face opposée; que cet excès de température devait produire, du même côté, un excès de pression, et, par suite, un mouvement rétrograde dans le levier. Les expériences de Bennet, dont il nous reste encore à parler, lèveront d'ailleurs tous les doutes qu'on pourrait conserver à cet égard, puisqu'elles ont été faites dans le vide.

« A l'extrémité d'un fil d'or très-fin, de trois pouces » de long, et suspendu dans un cylindre de verre par » un fil d'araignée, j'attachai, dit ce savant, un petit » morceau circulaire de papier à écrire. Je fis tomber » alors le foyer d'une large lentille sur le papier, afin de » voir si l'impulsion des rayons solaires ne le dépla-

---

ne terminerons pas cette note sans rappeler qu'un changement quelconque sur la masse du soleil donnerait naissance, dans le mouvement de la terre, à une inégalité séculaire que les observations astronomiques auraient fait reconnaître, lors même que ce changement, en deux mille ans, n'aurait pas surpassé un *dix-millionième* de la masse primitive. (Voyez *Mécanique céleste*, tome IV, page 325.)

» cerait pas ; mais quoique cette expérience ait été sou» vent répétée, et qu'une fois même j'aie fait le vide » dans le récipient, il ne m'a pas été possible d'aper» cevoir d'autres mouvemens que ceux qui étaient l'effet » de la chaleur. » (*Philos. Transact.* pour 1792, p. 87.)

Les fils d'araignée, soit à cause de leur excessive ténuité ou de leur constitution glutineuse, n'ont qu'une très-légère force de torsion. M. Bennet a fait, à ce sujet, des expériences curieuses et qui prouvent l'extrême sensibilité de ce mode de suspension. Par exemple, un fil de clavecin très-fin, de trois pouces de long, ayant été chauffé jusqu'au rouge à la flamme d'une chandelle et placé ensuite dans la direction du méridien magnétique, acquit, en se refroidissant, par l'influence du globe, une légère force directrice. On le suspendit alors à un fil d'araignée de trois pouces de long ; un cheveu attaché par du vernis au pole nord, et correspondant à une échelle d'ivoire divisée, servait d'index et devait faire reconnaître les plus petits déplacemens. Dans cet état, à l'aide d'un aimant extérieur, on fit faire *plus de mille* tours, tant au fil magnétique qu'au fil d'araignée qui le supportait. Néanmoins, lorsque l'aimant fut retiré, le fil, abandonné à lui-même, revint prendre aussitôt et sans se détordre, la position qu'il avait à l'origine. *Mille tours* ne donnent donc pas à un fil d'araignée de trois pouces de long une force de torsion qui soit appréciable, lors même qu'on l'oppose à la légère force directrice qu'un fil de fer, court et délié, acquiert par l'action du globe terrestre, en se refroidissant. Dans d'autres expériences, un fil d'araignée de deux pouces et demi de longueur, auquel on avait fait faire *dix-huit mille* révo-

lutions sur lui-même, s'était raccourci d'un pouce sans qu'il eût été possible d'apercevoir, par les moyens les plus délicats, l'effet de la force de torsion. On conçoit aisément que ces méthodes sont incomparablement plus exactes que celle dont M. Flaugergues s'est servi, et qu'on ne saurait désormais rien faire de concluant sur la question de l'impulsion de la lumière, si ce n'est dans le vide et à l'aide de la balance de torsion.

Sur *la Vertu magnétisante de la lumière violette.*

Nous avons fait connaître, dans le Cahier de décembre 1816, tome III, page 323, les nouvelles expériences par lesquelles M. Cosimo Ridolfi a cherché à confirmer la découverte de M. Morichini sur la force magnétisante de l'extrémité violette du spectre solaire. Les lecteurs ne seront pas fâchés de trouver ici, dans une note rédigée par M. Playfair, une description circonstanciée de la manière d'opérer des savans italiens. Cet article est tiré de la *Bibliothèque universelle de Genève*, t. VI, p. 81.

« Après avoir reçu dans une chambre un rayon solaire par une ouverture circulaire faite au volet, on fit tomber ce rayon sur un prisme, tel que ceux qu'on emploie d'ordinaire dans les expériences sur les couleurs primitives. On reçut sur un écran le spectre qui résulta de la réfraction; on plaça ensuite sur le passage des rayons un livre, mis debout, qui interceptait tout le spectre, sauf les rayons violets, dans le prolongement

desquels on établit un support pour l'aiguille à magnétiser, qui était une lame d'acier mince, choisie sur un nombre d'autres, et qui, à l'épreuve, ne montrait ni polarité ni aucune force d'attraction pour la limaille de fer. On la fixa avec de la cire, horizontalement sur le support, et dans une direction qui coupait à-peu-près à angles droits le méridien magnétique.

» On recueillit par une lentille suffisamment grande tout le rayon violet en un foyer, qu'on promenait lentement le long de l'aiguille, en partant du milieu, vers une de ses extrémités, et toujours vers la même; en faisant bien attention (ainsi qu'on l'observe dans l'aimantation ordinaire) de ne jamais revenir dans le sens opposé. Au bout d'une demi-heure de ce genre d'opération, on examina l'aiguille, et on ne trouva pas qu'elle eût acquis ni polarité, ni force d'attraction sensible pour la limaille. On continua le procédé pendant vingt-cinq minutes de plus (cinquante-cinq en tout); et au bout de ce terme, on trouva l'aiguille fortement aimantée, c'est-à-dire, qu'elle agissait énergiquement sur la boussole, le côté de l'aiguille sur lequel on avait promené le rayon violet repoussant le pole nord et la lame entière attirant et maintenant suspendue une frange de limaille de fer.

» Le D[r] Carpi, qui faisait l'expérience devant nous, à la place du D[r] Moricchini, absent, nous dit que la clarté et la sécheresse de l'air étaient essentielles à la réussite du procédé; mais que la température, chaude ou froide, était indifférente. Celle qu'on éprouvait alors (vers la fin d'avril) était fort tempérée, et plus froide que chaude. »

JAMES G. PLAYFAIR.

(Extrait du *Journal de Pharmacie.*)

Analyse *du Gaz trouvé dans l'abdomen de l'éléphant mort au Muséum d'Histoire naturelle, la nuit du 14 au 15 mars 1817.*

Le gaz de l'abdomen avait une odeur très-fétide de matière animalisée pourrie, mêlée de celle de l'hydrogène sulfuré. L'analyse y a démontré environ 55 centièmes de gaz acide carbonique, une très-petite quantité d'hydrogène sulfuré et d'une matière animale très-fétide; le reste était de l'azote.

Le gaz intestinal de l'éléphant était aussi extrêmement fétide, son odeur ayant quelque analogie avec celle de l'hydrogène sulfuré. Conservé sur le mercure, il en rend la surface noire. La potasse absorbe environ les trois quarts de ce gaz : elle devient jaune, et donne avec l'acétate de plomb un précipité blanc, soluble avec effervescence dans les acides. 100 parties du résidu gazeux que laisse la potasse, mêlées avec 195 de gaz oxigène, détonnent par l'étincelle électrique et sont réduites à 115. La potasse diminue ce résidu de 75 parties, qui sont de l'acide carbonique, et le reste, 40, est de l'oxigène. Il résulte de là que la partie du gaz intestinal insoluble dans la potasse est un hydrogène carburé particulier, dans lequel le poids de l'hydrogène est à celui du charbon comme 5,5 est à 21,4; ou bien que c'est un mélange des espèces de gaz hydrogène carburé connues. (Vauquelin, *Journ. de Pharm.* III. 205.)

Analyse d'une espèce de concrétion trouvée dans les glandes maxillaires de l'eléphant mort au Muséum d'Histoire naturelle.

Ces calculs sont blancs, à cassure lamelleuse, la plupart sous forme cristalline; quelques-uns cristallisés en tétraèdres réguliers; d'autres présentant une forme allongée, et ayant pour noyau un grain d'avoine dont il ne reste que les enveloppes.

L'acide nitrique faible les dissout complètement, même à froid, avec effervescence, à l'exception seulement de petits flocons de nature animale. L'ammoniaque produit dans la dissolution un précipité blanc, très-peu abondant, formé entièrement de phosphate de chaux. La liqueur surnageante, mise avec l'oxalate d'ammoniaque, a donné un précipité blanc d'oxalate de chaux.

Ces concrétions sont par conséquent formées de carbonate de chaux, qui en fait la plus grande partie, de phosphate de chaux, et d'une matière animale qui sert de lien au tout. Il est rare d'en trouver de cette nature dans les animaux, excepté cependant celles qui se rencontrent dans les voies urinaires; elles sont ordinairement de phosphate de chaux, quelquefois de magnésie : ces dernières appartiennent principalement aux intestins.

J'ai reçu dernièrement des concrétions trouvées dans les entrailles d'une sole, qui étaient entièrement formées de phosphate de chaux et de magnésie, et d'une très-petite quantité de phosphate d'ammoniaque : leur forme était cubique. Nous avons analysé, il y a déjà long-

temps, M. Fourcroy et moi, une concrétion de poisson qui était de même nature que la précédente. (*Ann. du Muséum*. X. 179.)

(Vauquelin, *Journ. de Pharm*. III. 208.)

Analyse de la synovie d'éléphant.

La synovie du bœuf est composée, d'après M. Margueron, 1° d'albumine dans un état particulier; 2° d'albumine ordinaire; 3° de chlorure de sodium; 4° de carbonate de soude; 5° de phosphate de chaux; et 6° d'eau, qui en fait à-peu-près les quatre cinquièmes. (*Ann. de Chim*. XIV. 123.)

La synovie de l'éléphant mort dernièrement au Jardin du Roi a une légère couleur rouge; elle a une consistance filante comme une décoction de graine de lin; sa saveur est fade, et cependant un peu salée. Les acides concentrés et la chaleur la coagulent en une seule masse; l'acide acétique en sépare une matière filandreuse qui se redissout dans un excès de cet acide, comme l'a remarqué M. Margueron pour la synovie du bœuf. Etendue de trois à quatre parties d'eau, et soumise à l'action de la chaleur, il s'y forme un coagulum qui, bien lavé à l'eau bouillante, se dissout dans la potasse caustique sans laisser aucun résidu, quoiqu'il contienne un sel calcaire insoluble par lui-même. Il laisse par l'incinération un résidu alcalin, contenant un peu de carbonate de chaux, et pas sensiblement de phosphate.

L'albumine coagulée et lavée ne communique rien à l'alcool avec lequel on la fait bouillir pendant long-

temps; elle ne contient donc pas de matière grasse comme l'albumine du sang.

La liqueur d'où l'on a séparé l'albumine par la chaleur est claire et alcaline : elle donne par l'évaporation un résidu jaunâtre, ayant une saveur salée très-prononcée. Si on la traite par l'eau froide pour séparer les matières solubles, et qu'on évapore la liqueur, elle fournit du chlorure de sodium et précipite la dissolution de platine en jaune; ce qui prouve qu'elle contient un sel à base de potasse. Quoique cette liqueur soit alcaline, elle ne fait point effervescence avec les acides; en la saturant, il s'en précipite une matière visqueuse qui est de l'albumine; mais il reste néanmoins beaucoup de matière animale en dissolution; car elle précipite abondamment avec la noix de galle. Desséchée et brûlée, elle laisse un résidu composé de chlorure de sodium et de potassium, et d'un peu de sous-carbonate de soude. On n'y a point trouvé de phosphate alcalin; ce qui est très-remarquable.

Il paraît que dans la synovie de l'éléphant, aussi bien que dans celle du bœuf, il y a, indépendamment de l'albumine qui en fait la majeure partie, une matière animale qui n'est pas susceptible d'être coagulée par la chaleur ni par les acides, mais qui l'est par le tannin; à moins qu'on ne suppose que les propriétés de l'albumine n'aient été modifiées par la chaleur et la présence des sels qui se trouvent dans cette humeur.

L'existence du chlorure de potassium dans la synovie ne doit point étonner, quoique personne n'en ait encore parlé; car j'en ai trouvé dans presque toutes les

autres matières animales que j'ai examinées depuis quelque temps. (Vauquelin, *Journal de Pharmacie*. III, 289.)

Recherches *sur l'action qu'exerce l'acide nitrique sur la matière nacrée des calculs biliaires humains, et sur le nouvel acide qui en résulte.*

Par MM. Pelletier et Caventou.

M. Chevreul a donné le nom de *cholestérine* à la substance nacrée des calculs biliaires humains, découverte par Poulletier-de-Lasalle, et que Fourcroy avait classée parmi les substances adipocireuses. Il a été déterminé à la considérer comme une substance particulière, parce qu'elle n'est point saponifiée par les alcalis; tandis que le spermaceti, auquel il a donné le nom de *cétine*, se laisse saponifier très-aisément, et que l'adipocire des cadavres a toutes les propriétés d'une graisse saponifiée.

L'action que l'acide nitrique exerce sur la cholestérine a été décrite par Klaproth; mais il n'a pas connu la véritable nature du nouveau composé qui en est le résultat. Suivant cet illustre chimiste, la cholestérine est convertie en une espèce de résine; et nous trouvons au contraire qu'elle est convertie en un acide particulier que nous proposons de désigner par le nom d'*acide cholestérique*. On l'obtient en traitant la cholestérine pure avec son poids d'acide nitrique concentré, et en chauffant jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz

nitreux. Par le refroidissement, il se sépare une matière jaune; et si l'on étend d'eau la liqueur acide, on en obtient encore une certaine quantité. Cette substance est à peine soluble dans l'eau; mais en élevant la température, elle vient nager à sa surface comme du beurre. Par plusieurs lavages, on parvient à la dépouiller de toute saveur acide, et l'on peut alors la considérer comme l'acide cholestérique pur. De nouvelles ébullitions dans l'eau, plusieurs dissolutions dans l'alcool, et son traitement par un peu de carbonate de plomb, n'ont point en effet altéré sa nature.

L'acide cholestérique se dissout dans l'alcool, et cristallise, par l'évaporation spontanée de ce liquide, en aiguilles blanches dont il est difficile de déterminer la forme : il est jaune-orangé lorsqu'il est en masse. Son odeur a quelque analogie avec celle du beurre; sa saveur, peu sensible, est cependant légèrement styptique. Il est presque insoluble dans l'eau; cependant il lui communique la propriété de rougir le tournesol. Sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'alcool, et moindre que celle de l'eau. Il se fond à 58° c.; à une chaleur supérieure à celle de l'eau bouillante, il se décompose et forme de l'huile, de l'eau en assez grande quantité, de l'acide carbonique et de l'hydrogène carboné : on ne retrouve pas d'ammoniaque dans les produits; ce qui indique l'absence de l'azote dans sa composition. Il se combine très-bien avec les bases; les acides ont peu d'action sur lui; l'acide nitrique le dissout sans l'altérer; il est très-soluble dans les éthers sulfurique et acétique, et dans les huiles essentielles; mais les acides végétaux et les huiles fixes n'ont aucune action sur lui.

Les *cholestérates* sont tous colorés. Ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque sont très-solubles et déliquescens; tous les autres sont, au contraire, très-peu ou point solubles. Ils sont décomposés par les acides minéraux et la plupart des acides végétaux, excepté par l'acide carbonique.

Le *cholestérate de potasse* est un sel neutre, d'une couleur jaune-brunâtre, incristallisable, très-déliquescent, insoluble dans l'alcool et l'éther; ce qui empêche de le classer parmi les savons, et tend encore à faire regarder comme un acide la substance qui ici sature la potasse. On ne peut l'obtenir à l'état de sur-sel. Les acides en séparent l'acide cholestérique sous forme de flocons blancs qui viennent nager à la surface de la liqueur, et que l'on réunit en les fondant.

Le cholestérate de soude et celui d'ammoniaque diffèrent peu du cholestérate de potasse.

Le cholestérate de baryte est très-peu soluble; il est d'un rouge vif quand il vient d'être précipité : par la dessiccation, il devient d'un rouge sombre; il n'a ni odeur ni saveur sensibles.

Pour analyser ce sel, on a commencé par le calciner; le résidu a été dissous dans l'acide nitrique, et on a précipité la baryte par le sulfate de soude. En admettant avec M. Berzelius (*Ann. de Chim.* LXXIX. 138.) que le sulfate de baryte est composé de 100 d'acide et de 190 de base, le cholestérate de baryte est formé de :

Baryte,	36	56,25;
Acide,	64	100,00.
	100	156,25.

Le cholestérate de strontiane est presque insoluble; sa couleur est le jaune orangé. En adoptant l'analyse du sulfate de strontiane par M. Vauquelin, acide 46, base 54, nous avons trouvé qu'il est composé de :

Strontiane,	27	36,98;
Acide,	73	100,00.
	100	136,98.

Le cholestérate de chaux est un peu soluble; celui de magnésie est insoluble. Le cholestérate d'alumine obtenu en versant une dissolution d'alun dans le cholestérate de potasse est d'un rouge superbe, nouvellement précipité : par la dessiccation, il devient terne et plus sombre.

Le cholestérate de plomb obtenu par double décomposition se présente sous forme d'un précipité d'un rouge de brique foncé, assez éclatant : par la dessiccation, il devient terne et plus foncé; il est insoluble dans l'eau. 1 gramme de ce sel a produit exactement, dans trois expériences, 1 gramme de sulfate de plomb.

Il serait par conséquent composé de :

Oxide de plomb,	73,66	279,74;
Acide,	26,34	100,00.
	100,00	379,74.

En calculant la proportion de l'oxide d'après celle de la baryte dans le cholestérate de baryte, on trouve 77,46, au lieu de 279,74. On ne peut expliquer cette différence énorme qu'en supposant que, dans son union

avec le plomb, l'acide cholestérique éprouve un changement dans la proportion de ses principes; mais comme en traitant la nouvelle combinaison par un acide, on obtient de nouveau l'acide cholestérique, il faudra supposer que l'acide, après avoir perdu une partie de l'un de ses principes en s'unissant à l'oxide de plomb, le reprend à l'eau de l'acide qui le sépare du plomb au moment d'une nouvelle réaction. Ce principe est probablement l'hydrogène, et ce que nous avons nommé *cholestérate de plomb* n'est peut-être qu'un *cholestérure* (1).

En versant du cholestérate de potasse dans du proto-

(1) Il est bien possible que l'on obtienne avec le plomb un cholestérure, au lieu d'un cholestérate; mais on ne peut expliquer par là l'énorme différence que l'on vient de remarquer entre les proportions du cholestérate de plomb obtenues par l'expérience directe, et celles du même sel calculées d'après les proportions du cholestérate de baryte. En effet, 1° la différence marcherait en sens contraire; car il est bien évident qu'un cholestérate, en se changeant en cholestérure, doit diminuer de poids, au lieu d'en augmenter; et 2° en admettant avec MM. Pelletier et Caventou qu'ils ont obtenu un cholestérure, la différence entre le poids du cholestérate et celui du cholestérure devrait être beaucoup plus petite que celle qu'ils assignent : elle serait, au plus, égale au poids de l'oxigène de l'oxide de plomb, et à celui de l'hydrogène qu'il aurait saturé. Il faut donc chercher une autre cause à la discordance des résultats obtenus par MM. Pelletier et Caventou. Nous les invitons à s'en occuper; car elle jette beaucoup d'incertitude sur un travail d'ailleurs très-intéressant. R.

nitrate de mercure, il se fait un précipité noir; avec le perchlorure de mercure, le précipité est rouge : celui que donne le cuivre est de couleur olive; nous sommes portés à le regarder comme un cholestérure. Le cholestérate de zinc est d'un beau rouge; il est un peu soluble dans l'eau. (*Journ. de Pharm.* III. 292.)

Analyse *des Amandes douces*.

Par M. Boullay.

Cent grammes d'amandes sorties de leur coque, exposées pendant trois jours, dans une étuve, à une température de 40 à 60 degrés, perdent 3 grammes et demi. Leur pellicule, séparée au moyen de l'eau bouillante et desséchée, pèse 5 grammes : la décoction est troublée par la colle de poisson, et précipite abondamment en noir le sulfate de fer.

Cent grammes d'amandes, mondées sans le secours de l'eau, broyées et fortement pressées pendant plusieurs jours, ont fourni 48 grammes d'huile légèrement jaune, presque inodore, d'une saveur douce, soluble à froid dans 50 parties d'alcool et dans 2 d'éther sulfurique. Le résidu, chauffé légèrement avec l'éther sulfurique, a fourni, par l'évaporation spontanée de l'éther, 6 grammes d'huile semblable à la précédente.

La pâte d'amandes dépouillée d'huile, délayée dans de l'eau froide et soumise à la presse, a laissé couler un liquide jaunâtre, visqueux, un peu trouble : on en a

obtenu une nouvelle quantité par une seconde opération. Ce liquide, filtré, rougit légèrement le tournesol, se coagule en masse par la chaleur, l'alcool et les acides, et précipite avec l'infusion de noix de galle l'acétate de plomb et le perchlorure de mercure.

Le coagulum formé par la chaleur, mis à la presse entre des feuilles de papier Joseph, a donné une matière solide qui, desséchée, était transparente et cassante comme de très-belle colle forte : elle est entièrement insoluble dans l'eau, donne à la distillation les produits des matières animales, et jouit de toutes les propriétés de l'albumine coagulée. Son poids était d'environ 20 grammes.

La liqueur séparée du coagulum a fourni de nouvelles quantités d'albumine par une évaporation ménagée : réduite presque en consistance de sirop, et traitée par l'alcool, il s'y est formé un nouveau coagulum qui, lavé par de nouvel alcool, desséché, puis repris par l'eau, a laissé un résidu d'albumine : la quantité totale s'en est élevée à environ 24 grammes. La liqueur aqueuse, évaporée avec précaution, a fourni 2 grammes et demi de véritable gomme, analogue à la gomme arabique, mais un peu moins soluble.

L'alcool, qui avait opéré la précipitation de la gomme et des dernières portions d'albumine, a fourni par l'évaporation un sirop rougeâtre qui, au bout de dix jours, abandonné à l'étuve, n'a déposé aucune espèce de cristaux : ce sirop, traité de nouveau par l'alcool, a laissé encore un demi-gramme de gomme; et la liqueur évaporée a fourni 6 grammes de sucre qu'il n'a été possible de faire cristalliser par aucun moyen.

Le résidu des amandes dépouillées d'huile, d'albumine, de gomme et de sucre, retient encore un peu de matière albumineuse qu'on ne pourrait enlever que par des lavages multipliés, et qui le dispose à la moisissure. L'iode n'y dénote pas la moindre trace d'amidon, et il se comporte en tout comme de la fibre végétale.

D'après cette analyse, les amandes douces sont composées de

Eau,	3,5;
Pellicules,	5,0;
Huile fine,	54,0;
Albumine,	24,0;
Sucre liquide,	6,0;
Gomme,	3,0;
Partie fibreuse,	4,0;
Perte et acide acétique,	0,5.
	100,0.

Les amandes mondées et pilées dans un mortier avec de l'eau forment une émulsion qui, abandonnée à elle-même à une température de 15 à 16°, se couvre d'une substance ayant l'odeur et l'aspect de la crême; mais prenant promptement une odeur acéteuse : la liqueur acquiert alors une demi-transparence. Cette substance, mise à la presse entre des feuilles de papier, donne beaucoup d'huile, et laisse pour résidu une matière blanche, demi-transparente, qui est de l'albumine.

La liqueur demi-transparente, filtrée, chauffée jusqu'à l'ébullition, fournit un coagulum albumineux.

Si l'on fait bouillir une émulsion récente d'amandes,

il se forme à sa surface cette espèce de pellicule désignée par MM. Déyeux et Parmentier comme particulière au lait des animaux. L'émulsion fournit un coagulum très-abondant, analogue à celui qu'on obtient du lait de vache caillé par un agent quelconque. Ce coagulum, séparé du liquide, abandonné à lui-même, s'aigrit promptement en prenant une odeur de fromage. Si on l'exprime aussitôt qu'on l'a séparé du liquide, il fournit beaucoup d'huile, et il reste de l'albumine.

Le liquide, séparé du coagulum, a une saveur douce et sucrée, assez analogue à celle du petit-lait, mais plus agréable. La noix de galle y produit un précipité ; abandonné à lui-même, il s'aigrit, se trouble, et, au bout de quelques jours, verdit le sirop de violette.

Il résulte de ce qui précède que l'émulsion des amandes douces a une ressemblance étonnante avec le lait des mammifères. M. Proust, qui porte un œil pénétrant sur toutes les matières dont il fait le sujet de ses observations, a remarqué cette analogie ; car il a dit (*Journ. de Phys.* LIV) : *L'émulsion des amandes est un caséum uni à l'huile avec un peu de gomme et de sucre.* Mais je ne pense pas, comme M. Proust, qu'il existe dans les amandes, ni même dans plusieurs autres espèces de végétaux où Schéele l'avait supposé, un principe particulier différent de l'albumine, et qu'on a désigné sous le nom de *caséum.*

Le caséum ou fromage qui se forme au milieu du lait d'amandes, et il en est probablement ainsi pour le lait animal, se compose principalement d'albumine coagulée et d'une certaine quantité d'huile fixe ; car ce prétendu caséum perd ses propriétés distinctes quand on le

prive d'huile par la pression, et il ne présente plus alors que les caractères connus de l'albumine. Toutes les semences émulsives présentent les mêmes résultats que les amandes, aux proportions près de leurs principes constituans. Il est bien digne de remarque que la fécule amilacée ne constitue pas la base de ces semences, comme on le croyait autrefois. (*Journ. de Pharm.* III. 338.)

RECHERCHES *analytiques sur les Amandes amères.*

PAR M. VOGEL.

(Acad. des Sciences de Munich, séance du 12 juillet 1814.)

D'APRÈS l'extrait que nous venons de donner du Mémoire de M. Boullay *sur les amandes douces*, nous ne nous arrêterons point sur la première partie du Mémoire de M. Vogel. Tous deux sont parvenus aux mêmes résultats et aux mêmes conclusions; seulement M. Boullay regarde décidément comme de l'albumine ce que M. Vogel et la plupart des chimistes regardaient comme du caséum, et nous pensons qu'il a raison (1).

---

(1) Le travail de M. Vogel est très-antérieur à celui de M. Boullay; mais ce dernier a mis une note au commencement de son Mémoire, dans laquelle il dit qu'il avait communiqué les principaux résultats de ses recherches à plusieurs de ses amis, et à M. Vogel lui-même.

La seconde partie du Mémoire de M. Vogel a pour objet une huile volatile particulière que l'on obtient en distillant avec de l'eau le marc des amandes amères, qui reste après qu'on en a extrait l'huile douce par pression. Cette huile, qui est plus pesante que l'eau, lui communique l'odeur et la saveur des amandes amères. Elle se dissout en quantité notable dans l'ammoniaque. Traitée par une lessive de potasse, une portion se dissout, et l'autre vient nager à la surface; mais l'alcali ne contient pas une trace d'acide hydrocyanique. Conservée sous l'eau, elle devient opaque et se solidifie en quelques jours : au bout de plusieurs semaines elle a disparu; il ne reste que quelques flocons brunâtres, et l'eau ne contient pas d'acide hydrocyanique. La dissolution aqueuse de cette huile, distillée sur la baryte, la chaux ou l'oxide rouge de mercure, fournit une huile qui conserve encore l'odeur des amandes amères : elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'huile grasse des amandes, à laquelle elle communique son odeur. Si l'on en met quelques gouttes sur une lame de verre, elle se change, dans quelques minutes, en une masse cristalline demi-transparente, ayant beaucoup moins de volatilité que l'huile, très-soluble dans l'alcool et l'éther, fusible par la chaleur, et cristallisant en groupes soyeux par le refroidissement. L'huile fluide, en s'évaporant, fait baisser le thermomètre de trois degrés; introduite sous une cloche remplie d'oxigène sur le mercure, elle s'y volatilise bientôt en partie : les parois de la cloche se tapissent de petits cristaux, et l'huile qui ne se volatilise pas prend l'état solide. Dans le chlore, elle se solidifie sur-le-champ. M. Vogel pense que l'huile ne se

concrète dans l'air et ne perd son odeur qu'en absorbant de l'oxigène : il dit qu'on peut lui rendre son odeur en la faisant dissoudre dans l'hydrosulfate d'ammoniaque, qui doit agir comme désoxidant.

L'huile volatile des amandes amères est un poison violent : les chiens auxquels on en fait avaler périssent tous plus ou moins promptement selon la dose. Dans aucun cas, on n'a remarqué l'odeur de l'huile ou de l'acide hydrocyanique dans le cerveau des animaux qui avaient été empoisonnés. Nous regrettons que les recherches de M. Vogel sur cette huile singulière ne soient pas plus complètes.

Remarques *sur deux citations relatives à la théorie du rayonnement.*

Par M. Pierre Prévost de Genève.

Dans un extrait fort étendu et fort intéressant de l'*Essai sur la Rosée*, du Dr C. W. Wells, on lit ce qui suit (1) : « Ce serait ici le lieu de rapporter quelques phénomènes curieux découverts par M. Bénédict Prévost, et pour l'explication desquels le savant Dr Young d'abord, et M. Pierre Prévost ensuite, avaient eu déjà recours aux principes du rayonnement ; mais l'étendue que cet extrait a déjà acquise nous permettra seulement

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. V (Juin 1817), p. 213.

de les rappeler. » Et à la page 216, en note : « On trouve, dans un Mémoire de Rumford, *Trans. phil.* 1804, ce passage : « N'est-ce pas par l'action des rayons » frigorifiques (ceux qui viennent de l'espace) que » notre globe est continuellement refroidi, et qu'il con- » serve, dans tous les âges, la même température » moyenne, malgré l'immense quantité de chaleur que » les rayons solaires lui communiquent journellement? » Mais cette ingénieuse conjecture n'y est appuyée d'au- » cune observation thermométrique propre à indiquer le » mode de refroidissement. »

I. Relativement au passage du Mémoire de Rumford cité en note, et qu'on vient de lire, je ne crois pas que ce grand physicien ait eu l'intention de donner la conjecture qui y est indiquée, sur le refroidissement de la terre par le rayonnement, comme étant de son invention. Il suffit presque d'ouvrir mes *Recherches sur la Chaleur*, publiées en 1792, pour y voir cette conjecture développée. La même théorie devint le sujet principal d'un Mémoire que j'envoyai peu après au *Journal de Physique*, sous le titre de *Réflexions sur la Chaleur solaire* (1). J'y disais entr'autres : « Puisque la terre se réchauffe et se refroidit tour-à-tour, tandis qu'elle est sans cesse sous l'influence d'une cause échauffante, il faut qu'elle perde sa chaleur à mesure qu'elle l'acquiert. Ceci conduit à la considération d'une troisième espèce de chaleur, provenant originairement (du moins en partie) de l'influence solaire....... La chaleur dont je

(1) *Journ. de Phys.*, février 1793.

veux parler est la chaleur rayonnante de la terre. » Dix ans plus tard, le comte de Rumford vint à Genève, où je jouis du plaisir de faire sa connaissance. J'eus avec lui divers entretiens, où je le trouvai fort prévenu en faveur de l'hypothèse des rayons frigorifiques. Je lui écrivis une lettre à ce sujet, en date du 1er septembre 1803, que je lui remis en main propre, et dont j'ai gardé copie. J'y disais que, ne connaissant pas la plupart des faits nouveaux sur lesquels il fondait sa théorie des ondulations, mais lui en ayant ouï citer quelques-uns en conversation, je ne trouvais pas que ceux-ci pussent conduire à la conséquence qu'il en tirait. J'ajoutais : « Je ne m'abstiendrai pas de vous dire que ma théorie de l'équilibre du feu (par laquelle j'ai, à mon gré, expliqué nettement la réflexion du froid) explique également les deux faits suivans : 1° *Un même corps étant tantôt poli, tantôt non poli, doit paraître, dans le premier cas, émettre moins de chaleur rayonnante que dans le second.* 2°. *Un corps blanc doit paraître émettre moins de chaleur rayonnante qu'un corps noir.* Ce sont là deux conséquences nécessaires et inévitables de cette théorie...... Ces conséquences sont tellement immédiates, que je les avais fait entrevoir il y a plusieurs années, quoiqu'avec un degré d'hésitation et d'étonnement qui rendait ce pressentiment inutile. Et maintenant je les énonce avec une sorte de confiance, quoique je ne connaisse point vos appareils, et que ma mémoire ne me fournisse vos résultats qu'avec incertitude. Je les déduis donc plutôt que je ne les rappelle. » Quand je parlais de ce que j'avais fait entrevoir plusieurs années auparavant, je faisais allusion à quelques expressions de mes *Re-*

cherches sur la Chaleur (1) ; et quoique je ne les indiquasse pas dans ma lettre, il est certain qu'à cette époque, le comte de Rumford connaissait cet ouvrage. Outre des souvenirs sans preuve écrite, j'ai de lui une lettre du 13 novembre 1804, où il me disait avoir lu tout ce qu'à cette époque j'avais écrit sur la chaleur. Il n'a donc pas eu dessein, en 1804, d'énoncer comme une conjecture nouvelle la déperdition de la chaleur de la terre dans l'espace; mais seulement, je pense, de rapporter cette conjecture à son système.

II. Quant à l'assertion que le Dr Young a eu recours avant moi aux principes du rayonnement pour expliquer les expériences de Bénédict Prévost sur l'eau qui se dépose de l'air, je n'en connais pas le fondement. Il me semble probable que j'ai été le premier à discuter ces expériences, parce qu'elles m'avaient été communiquées en manuscrit avant d'être publiées; mais je n'ai de ce fait que des preuves tardives. Ce ne fut, je crois, qu'en mars 1809 que j'envoyai mon explication à l'auteur des expériences; j'en fis le sujet d'un Mémoire que je lus, le 7 juillet suivant, à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; et enfin, je l'insérai dans mon *Traité du Calorique rayonnant*, qui fut mis en vente dans les premiers jours du mois d'août 1809. Du reste, ce qui importe à la science n'est pas la priorité, mais la bonté de l'explication; et pour ma part, je suis très-satisfait d'apprendre que je me suis rencontré avec un savant physicien dans celle que j'ai tentée, soit que je l'aie suivi, ou que je l'aie précédé.

---

(1) P. 192.

J'attends de savoir, 1° quand le Dr Young a donné son explication; 2° quelle est cette explication.

Le mérite éminent de celui qui l'a donnée (et de celui qui la cite) me fait desirer vivement de la connaître; et comme je suppose que ce désir doit être fort général, une traduction de ce qu'a écrit le Dr Young sur ce sujet me paraîtrait bien placée à la suite de cette discussion.

Nous nous empressons de faire droit à la réclamation de M. P. Prévost : nous n'avions cité la conjecture de M. Rumford que d'après la *deuxième* édition de l'ouvrage du Dr Wells, et sans recourir aux sources originales. Quant à l'assertion que M. Young a, *le premier*, imaginé d'expliquer les expériences de M. Bénédict Prévost par les principes du rayonnement de la chaleur, voici ce qu'on trouve dans le tome Ier, page 709, du Traité *of Natural Philosophy*, de l'illustre savant anglais. (Cet ouvrage a paru en 1807.)

« On a observé qu'un métal, lorsqu'il est en contact » avec un miroir de verre, empêche ordinairement la » face opposée de ce dernier de se couvrir de rosée; » et M. B. Prévost a montré qu'en général, toutes les fois » que le métal est placé sur la face la plus chaude de » la glace, l'humidité se dépose plus abondamment, » soit sur sa propre surface, ou sur celle de la glace » qui lui correspond. Ce métal ne reçoit aucune humi- » dité, et empêche même qu'elle ne se dépose sur le verre » quand il est placé sur la face la plus froide. Si le » métal est compris entre deux lames de verre, l'effet

» n'a plus lieu; mais une seconde pièce de métal placée » sur ce système le rétablit. Il paraît que la surface » métallique, à cause des propriétés dont elle jouit à » l'égard de la chaleur rayonnante, produit ces effets en » empêchant la chaleur et le froid de se communiquer » promptement au verre. »

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 1er *décembre* 1817.

M. Fèvre envoie la 3me partie de ses *Tables chimiques* manuscrites : ce travail, aussi-bien qu'un Mémoire de M. Doderet *sur divers points d'astronomie*, seront examinés par des commissions.

M. Fourier lit un rapport sur le Mémoire de M. Despretz que nous avons déjà publié (tome VI, page 184.)

« Les recherches expérimentales et théoriques, dit le » rapporteur, ont fait connaître que tous les effets de la » distribution de la chaleur dans l'intérieur des solides » dépendent de trois qualités élémentaires propres à » chaque substance, savoir : la capacité de la chaleur, » la conductibilité spécifique et la conductibilité exté- » rieure. Le premier de ces élémens a été observé et » mesuré depuis long-temps. Il exprime la quantité de » chaleur qu'il est nécessaire d'ajouter à celle qu'un » corps d'un certain poids renfermait déjà pour élever » sa température depuis un point donné de l'échelle

» thermométrique jusqu'à un autre point..... Le coeffi-
» cient qui mesure la conductibilité propre de chaque
» substance, dépend de la facilité avec laquelle la cha-
» leur se communique, d'une molécule à une autre, dans
» l'intérieur du même solide; mais le troisième coeffi-
» cient exprime une propriété très-différente. Il se rap-
» porte seulement à l'état de la superficie, et sert à me-
» surer la facilité que la chaleur a de pénétrer cette
» surface, soit pour passer du solide dans l'air envi-
» ronnant, soit pour passer de ce milieu dans le
» solide. »

C'est la conductibilité extérieure relative à l'air atmosphérique qui est l'objet des expériences de M. Despretz. Les nombres qu'il a obtenus feraient connaître, pour chacun des métaux dont il s'est occupé, la quantité de chaleur que l'unité de surface, entretenue à la température de l'ébullition de l'eau, communiquerait à l'air, dont la température constante serait zéro. Cette quantité de chaleur qui, dans un temps donné, sort de la surface échauffée, se compose de la chaleur communiquée à l'air en contact avec la surface, et que les particules de ce fluide, en s'élevant par l'effet de la dilatation, transportent avec elles dans l'espace supérieur, et de la chaleur rayonnante qui ne s'arrête pas, comme la première, sur la couche d'air qui enveloppe le solide, mais se porte à travers l'air jusqu'à une très-grande distance.

Le rapporteur émet le vœu qu'un physicien exact entreprenne des recherches analogues sur la conductibilité intérieure. Celle-ci ne dépend pas de l'état des surfaces. Toutes les conditions étant égales de part et d'autre, la quantité de chaleur transmise est six ou sept fois plus

en sorte que ces routes sont déterminées par les surfaces normales à une même surface.

On conçoit aisément que, pour appliquer en toute rigueur ces considérations, il serait nécessaire de connaître l'équation de la surface du terrain; ce qui n'est, le plus souvent, ni possible ni praticable. « Toutefois, dit le rapporteur, des recherches pareilles doivent être encouragées; elles ont le grand avantage d'éclairer la marche de la pratique, et, montrant la perfection absolue comme une limite à laquelle il serait à desirer qu'on pût atteindre, elles servent du moins à prévenir de trop grands écarts. »

L'Académie a donné son approbation au Mémoire de M. Dupin.

M. Percy fait un rapport *sur l'usage des caustiques dans les maladies de l'urètre*, proposé par M. Petit.

Les commissaires pensent que le travail de M. Petit est d'une utilité réelle, et qu'il pourra faire revenir les gens de l'art de leurs préventions, jusqu'à présent fondées, contre une méthode dont il a réussi à faire disparaître quelques-uns des inconvéniens les plus graves.

…n procède au scrutin pour la nomination d'un cor…lant dans la Section de Botanique.

…le premier tour, M. Smith réunit 21 voix, …6, M. Saint-Hilaire 1, et M. Bonpland 24. …tour donne la majorité absolue à M. Bonpland.

…ipe ensuite de la nomination de deux cor…ans la Section d'Astronomie. Le choix de …se porte sur le major Lambton et sur M. de …

…on de Médecine et Chirurgie présente la liste







suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein :

MM. Grégory, à Edinburgh ; Baillie, à Londres ; Lauth, à Strasbourg ; Maunoir, à Genève, et Fodéré, à Strasbourg.

Séance du lundi 22 décembre.

Une commission est chargée de l'examen d'un Mémoire de M. Pugnet *sur la Fièvre jaune.*

On lit une Note de M. Burckardt *sur la comète de* 1816.

M. Percy, au nom d'une commission, fait son rapport sur un Mémoire de M. Gondret intitulé : *Considérations sur l'emploi du feu en médecine.*

Cet écrit présente deux objets : le premier est la défense de la propagation de l'adustion en général, et celle du sommet de la tête en particulier. Le second est la proposition d'un topique propre à opérer, ou plutôt à imiter tous les effets et les degrés de la cautérisation, depuis la rubéfaction jusqu'à la brûlure réelle.

Ce topique est une pommade composée de graisse de mouton et d'ammoniaque qu'on mêle ensemble à doses égales. On fait fondre le suif au bain-marie dans un flacon à large ouverture, sans le chauffer beaucoup, et on verse peu à peu l'ammoniaque en agitant chaque fois le vase jusqu'à parfait refroidissement. Il résulte de cette préparation une espèce de savon très-blanc, d'une bonne consistance et s'étendant avec facilité. L'auteur en a obtenu d'excellens effets. Sur la proposition des commissaires, le travail de M. Gondret a été approuvé par l'Académie.

On procède au scrutin pour la nomination d'un correspondant dans la Section de Médecine. M. Grégory, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu.

Séance du lundi 29 décembre.

Après les présentations d'ouvrages nouveaux, M. Girard a lu un Rapport *sur les moyens, proposés par M.* Tréchard, *pour garantir le public rassemblé dans les salles de spectacles des accidens du feu.*

Le Mémoire de M. Tréchard se réduit à l'exposé de quelques idées. L'auteur ne donne aucun détail sur les constructions; et sans cela, cependant, il est impossible d'émettre sur son projet un avis motivé.

M. Geoiffroy Saint-Hilaire lit un Mémoire *sur le Sternum.*

On lit une lettre de M. Dalton relative aux hydrogènes phosphorés. (Nous l'insérerons dans le prochain Cahier.)

La Section de Physique présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein, par la mort de M. Deluc :

MM. Thomas Young, à Londres; John Leslie, à Edinburgh; David Brewster, à Edinburgh; Dessaignes, à Vendôme, et Venturi, à Modène.

On expose les titres des candidats.

Sur *le Serpent de mer qui a été aperçu en Amérique, près de Boston.*

(Extrait du *Journal de l'Institution royale*. Vol. IV.)

Les journaux américains, du mois d'août dernier, rapportèrent qu'un animal d'une forme singulière avait été récemment aperçu, à diverses reprises, dans le port de Gloucester, près du cap *Ann*, à dix lieues environ de Boston. Sa forme, disait-on, était assez ressemblante à celle d'un serpent : il avait d'énormes dimensions, et nageait avec une étonnante rapidité ; il ne se montrait à la surface de l'eau que par un temps calme et une mer tranquille : les nombreuses inflexions de son corps présentaient alors l'aspect d'une bouée ou d'une longue file de tonneaux séparés les uns des autres, et disposés sur une même ligne. Ses mouvemens s'exécutaient toujours verticalement.

En conséquence de ces bruits populaires, la Société linnéenne de la Nouvelle-Angleterre, séante à Boston, nomma, le 18 août 1817, une commission qui fut chargée de discuter tous les renseignemens qu'elle pourrait recueillir au sujet de cet animal. La commission, composée de l'honorable John Davis, de M. Jacob Bigelow, docteur en médecine, et de Franç. C. Gray *Esq.*, a publié un rapport très-étendu, et qui place l'existence de ce singulier serpent hors de tout doute. Nous donnerons ici un extrait des dépositions de MM. Lonson-Nash et William B. Pearson.

M. Lonson-Nash aperçut le serpent le 14 août, à la distance d'environ 250 mètres. Le corps, vers son

milieu, lui parut être de la grosseur d'une demi-barrique (*of a half-barrel*); mais ses dimensions diminuent graduellement vers les deux extrémités. Le serpent, quand il se meut à la surface de l'eau, a une vitesse d'environ un tiers de lieue (*a mile*) en quatre minutes : aussi laisse-t-il derrière lui une traînée d'écume de plus d'un sixième de lieue. Le mouvement des vagues permet de suivre la marche du serpent, alors même qu'il est entièrement submergé; il ne nage donc qu'à une petite profondeur; le chemin qu'il fait, dans ce cas, est au moins d'un mille (un tiers de lieue) en deux ou trois minutes, et paraît habituellement aussi droit qu'une ligne tirée au cordeau. Quand l'animal veut changer de route, la queue et la tête se rapprochent par des mouvemens contraires, au point de n'être quelquefois séparés que par un intervalle d'un mètre. Le corps du serpent n'entrait pas tout entier dans le champ d'une lunette dont se servait M. Nash : avec cet instrument on découvrait cependant une étendue de quarante-cinq pieds, sur un vaisseau qui était placé à la même distance. Aussi M. Nash ne doute-t-il pas que le serpent n'ait 80 ou même 100 pieds de long.

L'auteur de la relation n'étant pas parvenu à distinguer nettement la tête de l'animal, n'entre, à cet égard, dans aucun détail. Le serpent est presque noir; on voyait ordinairement sept ou huit portions distinctes de son corps au-dessus des flots. Les observations de M. Nash ont été faites à terre, sur une éminence de 30 pieds, et par un temps parfaitement calme.

M. Pearson, négociant, était, le 18 août 1817, au milieu du port de Gloucester, avec un matelot

nommé *James P. Collins*, lorsqu'ils virent passer et repasser le serpent, à plusieurs reprises, sur l'avant de leur chaloupe, et seulement à la distance de 50 mètres. La description qu'il en donne s'accorde parfaitement avec celle de M. Nash. La partie supérieure de la tête paraissait plate; le dos était recouvert de plusieurs bosses (*bunches*) fort distinctes. M. Pearson croit qu'un coup de fusil tiré par M. Gaffney atteignit l'animal. Toujours est-il certain, ajoute-t-il, qu'à partir de ce moment, il devint plus réservé. (*more shy*.)

NOTE *sur la Salure de l'Océan atlantique.*

PAR J.-L. GAY-LUSSAC.

M. LAMARCHE, officier très-distingué de la marine, a recueilli de l'eau de mer à diverses latitudes pendant sa traversée de Rio-Janeiro en France, dans l'année 1816, et, à son retour à Paris, il me l'a remise pour la soumettre à quelques essais. L'eau avait été prise à la surface de la mer, et conservée dans des bouteilles de verre fermées avec des bouchons de liége, et la plupart goudronnées.

Je m'étais d'abord proposé de rechercher la nature et les proportions des substances salines qu'elle contient; mais j'ai cru pouvoir me dispenser de me livrer à cette recherche depuis l'analyse de l'eau du *frith of forth*, par M. John Murray, qui paraît avoir été faite avec beau-

coup de soin (*Ann. de Ch. et de Phys.* VI. 63), et de laquelle il résulte que cette eau contient, sur 100 parties;

Muriate de soude,	2,180;
——— de magnésie,	0,486;
——— de chaux,	0,078;
Sulfate de soude,	0,350.
	3,094.

Je me suis contenté de déterminer la pesanteur spécifique et la quantité de matières salines de chaque échantillon. Les expériences ont été faites dans mon laboratoire, par M. Despretz, avec tout le soin possible. La pesanteur spécifique a été prise en pesant le même flacon successivement vide, plein d'eau distillée, et plein d'eau de mer, à la température constante de 8° c.

La quantité totale de matières salines peut être déterminée par l'analyse, comme l'a fait M. Murray; mais il est plus simple et plus exact de la déterminer par l'évaporation poussée jusqu'au rouge obscur. Cette opération se fait très-commodément dans un matras dont on tient le col incliné sous un angle d'environ 45°, et que l'on agite continuellement pendant qu'il est sur le feu, aussitôt que les sels commencent à se déposer, afin d'éviter les soubresauts. Le bouillonnement ne peut rien projeter au dehors, et le résidu donnerait exactement le poids des matières salines, s'il ne se dégageait de l'acide hydrochlorique provenant de la décomposition d'une partie de l'hydrochlorate de magnésie contenu dans l'eau de mer. Il est facile d'évaluer la quantité de cet acide en recueillant la magnésie qui reste lorsqu'on dissout le résidu de l'évaporation dans l'eau; car on connaît le rapport

d'après lequel ces deux corps se combinent. La quantité de magnésie fournie par chaque résidu étant trop petite pour être évaluée avec précision, on a réuni tous les résidus, et après en avoir séparé la magnésie, on l'a partagée proportionnellement au poids de chaque résidu. Comme il est très-probable que cette base existe dans l'eau de la mer à l'état de chlorure de magnésium, on a corrigé le poids de chaque résidu en en retranchant celui de l'oxigène contenu dans la magnésie obtenue, et en ajoutant le poids du chlore saturé par la quantité de magnésium correspondante. Les résultats ont été réunis dans le tableau suivant. L'eau qui est désignée par *Calais* dans la colonne des latitudes a été recueillie par moi-même au milieu du canal, entre Calais et Douvres. Les résidus salins proviennent de 100 parties d'eau de mer.

LATITUDE.	LONGITUDE.	DENSITÉ.	RÉSIDU SALIN.
Calais.	....	1,0278.	3,48.
35° (nord).	17° (ouest).	1,0290.	3,67.
31°,59′.	23°,53′.	1,0294.	3,63.
29°,4′.	25°,1′.	......	3,66.
21°,0′.	28°,25′.	1,0288.	3,75.
9°,59′.	19°,50′.	1,0272.	3,48.
6°,0′.	19°,55′.	1,0278.	3,77.
3°,2′.	21°,20′.	1,0275.	3,57.
0;0.	23°,0′	1,0283.	3,67.
5°,2′ (sud).	22°,36′.	1,0289.	3,68.
8°,1′.	5°,16′.	1,0286.	3,70.
12°,59′.	26°,56′.	1,0294.	3,76.
15°,3′.	24°,8′.	1,0284.	3,57.
17°,1′.	28°,4′.	1,0291.	3,71.
20°,21′.	37°,5′.	1,0297.	3,75.
23°,55′.	43°,4′.	1,0293.	3,61.
Moyenne..................		1,0286.	3,65.

Les densités, malgré le soin qu'on a mis à les prendre, souvent plusieurs fois de suite, diffèrent un peu entre elles, et d'une manière irrégulière. La quantité de matières salines présente aussi de légères variations, et qui ne correspondent pas toujours aux variations de densité ; mais il est possible que cette discordance provienne de ce que les résidus salins n'auront pas été calcinés exactement au même degré. En prenant la moyenne des densités et celle des résidus salins, on trouve 1,0286 pour la première, et 3,65 pour la seconde.

S'il était permis de tirer quelque conclusion de ces expériences, les densités prouveraient qu'à la latitude de Calais et de 10° N., la salure de l'eau est presque à son *minimum* ; qu'elle est plus forte aux 35° et 32° N. de latitude ; qu'elle va ensuite en diminuant jusque près de l'équateur, et qu'elle augmente dans l'autre hémisphère où, à la latitude de 17° à 24°, elle est la même que celle qui a lieu aux 35e et 32e degrés N.

D'après les résidus salins, la salure est à son *minimum* à la latitude de Calais et à celle de 10° N. Elle augmente ensuite, quoique d'une manière irrégulière, et paraît un peu plus forte dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal. Ainsi, en comparant les densités aux résidus salins, il semblerait que la salure de la mer est moindre dans le canal de la Manche, et à 10° de latitude N., que par-tout ailleurs, et qu'elle est un peu plus grande pour l'hémisphère austral que pour le boréal. Mais avant de tirer aucune conclusion générale, il convient de comparer les résultats précédens à ceux obtenus par d'autres chimistes ou par les voyageurs.

D'après l'analyse récente de M. Murray, l'eau du

frith of forth ne contiendrait que 3,094 de matières salines; mais ce résultat est certainement trop faible, et ne peut être appliqué aux eaux prises plus au large. S'il est exact, il faudrait en conclure que la salure de ce golfe est modifiée par les rivières qui s'y jettent. Lord Mulgrave, aux latitudes beaucoup plus septentrionales de 60, 74 et 80 degrés, a trouvé que l'eau de mer, prise à 120 mètres de profondeur, contient 3,40, 3,60 et 3,54 de matières salines. L'eau recueillie par Pagès sur divers parallèles, depuis le 45e degré N. jusqu'au 50° S. contenait à-peu-près quatre centièmes de matières salines. Bergman en a trouvé 3,60 dans l'eau prise près des Canaries, et MM. Bouillon-Lagrange et Vogel 3,60 et 3,80 dans l'eau de l'Océan, à la hauteur de Dieppe et de Bayonne, et 4,10 dans la Méditerranée, vis-à-vis Marseille.

Il n'est pas étonnant que les résultats obtenus par des personnes différentes ne s'accordent pas entr'eux, parce qu'elles n'ont pas employé les mêmes moyens d'analyse; mais tous prouvent que l'eau de l'Océan contient au moins trois centièmes et demi de matières salines. Ce résultat s'accorde aussi avec la moyenne des degrés extrêmes de salure recueillis par mon ami M. de Humboldt, comme on le voit par la note suivante (1).

---

(1) « Après avoir examiné très-attentivement les observations faites dans le dernier voyage de Cook (*voyez* le Mémoire de Cavendish inséré dans Bayley, *Original Astron. Obs.*, p. 345), j'ai cru pouvoir en conclure, 1° que l'eau la plus salée contient 0,0387, la moins salée 0,0322 de substances salines depuis 60° latit. nord à 40° latit. sud; 2° que

Il n'est pas facile de décider si le degré de salure varie avec la latitude. Les densités de l'eau recueillie par M. Lamarche ne suivent pas une loi régulière. La densité de l'eau, aux 32e et 35e degrés N., est aussi forte que celle de l'eau des tropiques. M. de Humboldt, dont l'attention s'est portée, dans son célèbre voyage, sur tous les grands phénomènes de la nature, a reconnu, après avoir comparé les résultats de ses expériences à ceux obtenus par d'autres voyageurs, « que les expé» riences publiées jusqu'ici ne justifient aucunement » l'opinion reçue que la mer est plus salée sous l'équa» teur que sous les 30 et 44 degrés de latitude. » (*Relat. hist.* I. 74.) D'après Pagès, la salure de la mer est constante et égale à quatre centièmes, depuis le 45° N. jusqu'au 50° S. Cependant, d'après les expériences de Bladh sur la pesanteur spécifique de l'eau de mer, il paraîtrait que l'eau est plus salée vers les tropiques que sous l'équateur même. De semblables expériences de M. John Davy, qui viennent d'être publiées dans les *Transactions philosophiques* de 1817, p. 275, prouvent que, vers les 30 à 35 degrés, de part et d'autre de l'équateur, la pesanteur spécifique, et par conséquent la sa-

---

l'hémisphère austral est en général un peu moins salé que le boréal ; 3° qu'il n'est pas du tout prouvé que les eaux intertropicales sont plus salées que les eaux entre 25° et 45° de latitude ; 4° que la longitude influe sur la salure au moins autant que la latitude, parce qu'il y a des bandes longitudinales, des fleuves d'eaux moins salées, qui traversent l'Océan. » (Extrait du Ms de la nouvelle édition du *Tableau des Régions équat.*)

lure, est exactement la même; mais qu'elle est un peu plus forte sous le tropique N. que sous le tropique S. Enfin, M. de Humboldt, en se servant d'un excellent aéromètre construit par Dollond, a cru reconnaître que l'eau est moins salée entre les tropiques que depuis les côtes d'Espagne à Ténériffe.

D'après cette discordance entre les résultats, qui peut dépendre des procédés d'analyse ou de causes locales; d'après la remarque surtout que les résultats des divers voyageurs marchent souvent en sens contraire, on peut conclure que la salure du grand Océan doit présenter de très-petites variations, si elle n'est par-tout la même. Au reste, les incertitudes qu'il y a encore sur la salure de la mer, à diverses latitudes, disparaîtront sans doute après le retour de M. Freycinet; car ce savant voyageur doit rapporter en France, dans des vases fermés à l'émeri, de l'eau prise dans un grand nombre de lieux des deux hémisphères.

En examinant maintenant la salure de la mer sous un point de vue théorique, il est facile de se convaincre qu'en général elle doit être peu différente d'un lieu à un autre, pourvu que l'on excepte quelques causes locales, et particulièrement les eaux des fleuves, qui peuvent la faire beaucoup varier. Pour que les eaux de la mer ne se mêlent pas entr'elles et restent en équilibre, il faut que les couches de niveau aient la même densité : or, à cause de l'inégalité de température de l'équateur aux poles, qui seule ferait varier la densité de l'eau, on a conclu que l'eau de la mer devait contenir d'autant plus de matières salines que sa température est élevée. Cette conclusion est fondée; mais, comme l'a remarqué M. de

Humboldt, 15 à 20 degrés de chaleur font si peu varier la densité de l'eau, que, pour compenser l'effet de la température, il ne faudrait aussi changer son degré de salure que d'une quantité insensible, et l'on pourrait par conséquent admettre que la salure de la mer est à-peu-près la même à toutes les latitudes.

D'autres causes pourraient faire varier la salure de la mer. Le long des côtes, les fleuves versent annuellement des quantités considérables d'eau douce qui ne se répandent pas rapidement dans la masse des mers. Cette eau est cependant enlevée par l'évaporation à tous les points de leur surface, à ceux qui sont placés loin des côtes, comme à ceux qui en sont près. Les premiers, ne partageant pas l'eau des fleuves que reçoivent les derniers, doivent avoir un degré plus grand de salure. Si les mers étaient en repos, il en résulterait à la longue une différence de salure très-sensible entre ces divers points; mais les courans continuels que l'on sait exister dans les mers tendent toujours à rétablir l'équilibre de salure. Je ne doute cependant pas que, dans les endroits à l'abri des courans, la salure ne doive être un peu plus grande que par-tout ailleurs. Cela expliquerait les fleuves d'eau plus ou moins salée qui, dans l'opinion de M. de Humboldt, sillonnent la vaste étendue des mers. La différence entre la quantité de l'évaporation et celle de la pluie pourrait bien aussi contribuer à faire varier la salure des mers; et on ne pourrait en douter s'il était démontré que ces deux quantités sont inégales. Or, il me paraît probable qu'il tombe réellement plus d'eau dans les régions septentrionales qu'il ne s'en évapore, parce que tout vent venant des tropiques emporte bien plus d'humidité vers

le nord, que les vents du nord n'en portent vers les tropiques. Cette cause contribuerait donc à augmenter la salure vers l'équateur; mais il serait bien difficile d'en évaluer l'influence.

Les causes dont je viens de parler doivent agir d'une manière bien plus marquée sur la salure des mers intérieures. Pour que, en effet, la quantité de matières salines de ces mers restât constante, il faudrait que la perte qu'elles éprouvent par l'évaporation fût justement compensée par l'eau qu'elles reçoivent des pluies et des rivières qui s'y jettent; et il faut avouer que ce serait un cas bien particulier que cette égalité eût lieu. MM. Lichtenberg, Pfaff et Link ont chacun fait l'analyse de l'eau de la Baltique, dont la densité entre Laaland et Femern est seulement, d'après M. de Buch, de 1,0094, à la température de 19°; et quoique leurs analyses ne s'accordent pas entr'elles, elles n'en prouvent pas moins que cette eau ne contient, sur 100 parties, que 1,18 de matières salines, c'est-à-dire, le tiers à-peu-près des eaux de l'Océan. La Baltique reçoit donc plus d'eau qu'elle n'en perd, et elle doit se déverser par le Sund dans la mer du Nord.

Si l'analyse de l'eau de la Méditerranée par MM. Bouillon-Lagrange et Vogel était exacte, il faudrait, au contraire, en conclure que cette mer perd plus d'eau qu'elle n'en reçoit, et que par conséquent l'Océan, et peut-être la mer Noire, doivent lui fournir des eaux : mais avant d'adopter cette conclusion, il faudrait analyser l'eau prise en un grand nombre de points de sa surface.

On voit, par ces exemples, combien il serait intéressant de connaître avec précision le degré de salure des mers intérieures : on pourrait alors décider avec certi-

tude s'il peut s'établir des courans, en vertu de cette cause, entre deux mers communiquant ensemble.

Dans une eau tranquille, l'équilibre des couches superposées peut avoir lieu avec une densité uniforme dans toutes les couches, ou avec une densité croissante d'une manière quelconque, de la surface au fond. Dans ce dernier cas, il semblerait possible que le fond de la mer fût plus salé que sa surface. Mais si l'on suppose un état primitif d'une densité uniforme dans toute l'étendue des mers, il serait impossible que la salure fût plus grande aujourd'hui au fond qu'à sa surface, au moins d'une manière sensible. En effet, la densité de toute la masse ne pourrait augmenter qu'aux dépens de l'eau évaporée à sa surface; mais comme cette quantité, assez petite par elle-même, est d'ailleurs compensée annuellement par les eaux de pluie, elle ne peut évidemment influer sur la salure de la mer d'une manière appréciable. Il en serait de même de la glace qui se forme, dans le nord, à la surface des mers profondes.

Il est inutile de discuter l'influence que peut avoir la chaleur sur la salure d'une colonne d'eau de l'Océan, parce qu'on sait qu'à des températures beaucoup plus basses que celles auxquelles parvient la mer, même dans les régions polaires, le sel marin conserve encore une très-grande solubilité. On peut par conséquent regarder comme très-probable que la salure des mers est sensiblement la même au fond et à leur surface.

La température moyenne en un lieu quelconque de la terre est donnée, comme on sait, par celle d'un puits très-profond creusé dans ce lieu. Imaginons de même un puits très-profond au milieu d'une mer tranquille, sous l'équateur, par exemple. La température du

fond de ce puits sera aussi la température de sa surface, ou celle d'un point situé à une profondeur quelconque. Il n'y aura donc point de décroissement de chaleur dans une mer tranquille, dans le sens vertical; et s'il en existe un, comme on ne saurait en douter, ce décroissement démontre nécessairement l'existence de courans venant de climats plus froids. L'irrégularité dans la masse, la vitesse et la température de ces courans explique suffisamment les singuliers résultats qu'on a obtenus sur le décroissement de la température des mers, dans le sens vertical.

Ainsi, les courans des mers, comme ceux de l'Océan aérien, tendent continuellement à établir un équilibre de température sur la surface de notre globe : les courans du nord vont tempérer la chaleur brûlante des tropiques; et ceux du midi vont réchauffer les régions polaires, où les rayons solaires n'ont plus de force.

RÉSUMÉ *des Observations météorologiques de* 1817.

TABLEAU *de la Marche moyenne du Thermomètre et de l'Hygromètre en* 1817.

NOMS DES MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE. 1817.	TEMPÉRATURE MOYENNE. 1816.	TEMPÉRATURE DES CAVES. 1817.	TEMPÉRATURE DES CAVES. 1816.	ÉTAT MOYEN DE L'HYGROMÈTRE, à trois heures après midi, en 1817.
Janvier.	+ 5°,0	+ 2°,6	12°,081	12°,093	84°.
Février.	+ 6,9	+ 2,0	12,082	12,098	77.
Mars.	+ 6,3	+ 5,6	12,082	12,092	65.
Avril.	+ 7,3	+ 9,9	12,099	12,092	53.
Mai.	+12,4	+12,7	12,100	12,093	59.
Juin.	+17,8	+14,8	12,085	12,092	56.
Juillet.	+17,1	+15,6	12,086	12,092	60.
Août.	+16,4	+15,5	12,092	12,092	64.
Septembre.	+16,9	+14,[illegible]	12,086	12,092	67.
Octobre.	+ 7,3	+11,8	12,086	12,091	69.
Novembre.	+ 9,6	+ 4,1	12,086	12,091	80.
Décembre.	+ 2,6	+ 3,7	12,072	12,091	75.
Moyenne.	+10,47	+ 9,37	12,086	12,092	67.

Les températures moyennes de chaque mois, dont nous présentons ici le résumé, sont les demi-sommes des températures moyennes journalières. Ces dernières s'obtiennent en prenant la moyenne des températures extrêmes ou de celles qui s'observent, chaque jour, au lever du soleil et sur les trois heures après midi. Enfin la température moyenne de l'année est le douzième de la somme des températures moyennes de chaque mois.

La température moyenne de 1817 a été, comme on peut voir, *supérieure* de plus d'un degré à celle de l'année précédente; mais elle ne surpasse pas la température moyenne de 1815. (*Voyez* tome III, page 441.) On n'aurait donc aucun droit de considérer une si petite augmentation de chaleur comme l'effet de la débâcle des glaces polaires, et d'y voir le commencement de cette amélioration des climats septentrionaux dont, récemment, quelques personnes paraissent avoir conçu l'espoir.

Les extrêmes de la température, durant l'année 1817, ont été : —5°,4, le 12 janvier, et +31°,0, le 20 juin. En 1816, le thermomètre était descendu jusqu'à — 10°,8, et n'avait pas dépassé le 28e degré centigrade.

Le dernier numéro du journal de l'Institution royale renferme une dissertation destinée à montrer, d'après des documens historiques, qu'en quelques siècles le climat des îles Britanniques a éprouvé une détérioration sensible. On trouve, dit-on, dans de vieilles chroniques, la preuve que la vigne, à une certaine époque, était cultivée en plein champ en Angleterre, et qu'on y recueillait du vin. Maintenant les soins les plus assidus, une exposition méridionale et complètement abritée des vents froids, un espalier, suffisent à peine pour conduire quelques petites grappes à maturité. Le pommier même menace de déserter les vergers où jadis fleurissait la vigne. Il est triste, dit l'auteur à qui nous empruntons ces détails, de penser qu'un jour notre postérité sera privée de cidre comme nous le sommes de vin, et que la pomme ne mûrira plus alors dans des serres chaudes, que pour décorer la table du riche.

Le Groenland (*Green-land*, terre verte) offre l'exemple le plus frappant qu'on puisse citer de la détérioration

des climats septentrionaux. Les Islandais, qui, les premiers, visitèrent cette contrée, lui donnèrent, à ce qu'il paraît, le nom qu'elle porte, à cause de l'aspect verdoyant de ses côtes. Des colonies nombreuses s'y établirent et faisaient encore, dans le commencement du 15e siècle, un commerce très-animé avec la Norwège; mais à partir de cette époque toutes les communications ont cessé. Les glaces, en s'accumulant d'année en année sur la côte orientale, ont empêché les bâtimens d'y aborder. Aussi l'existence même du vieux Groenland était naguère rangée au nombre des fables.

Cependant l'an dernier, des pêcheurs de baleines s'étant aperçus que deux cents lieues carrées de glace avaient disparu, dirigèrent leur course à l'ouest et reconnurent le vieux Groenland. On assure même, dans des relations danoises, que des navigateurs de cette nation y ont abordé de nouveau. Cette débâcle extraordinaire et subite paraît s'être étendue fort avant vers le pole nord; car dans l'automne de 1816, des navigateurs ont rencontré d'immenses îles de glaces flottantes qui n'étaient pas encore fondues, quoique les courans les eussent déjà entraînées jusque près des tropiques. Les expéditions que les Anglais préparent fourniront à cet égard des notions précises. Mais il serait jusqu'ici prématuré de chercher à établir une liaison quelconque entre le mouvement des glaces polaires vers le sud, et les températures qu'on a éprouvées dans ces derniers temps en Europe. La chaleur moyenne de 1816, à la vérité, a été très-faible; mais elle n'est guère inférieure à celle de 1805, et cependant, à cette époque, les glaces polaires n'offrirent aucun déplacement notable.

Température des souterrains de l'Observatoire.

D'après plusieurs années d'observations, la température moyenne de Paris ne surpasse pas + 10°,6; celle des souterrains se maintient depuis long-temps vers + 12°,09; mais ce nombre, à cause d'une erreur dans la graduation, doit être diminué de 0°,38, comme je m'en suis assuré en me servant d'un excellent thermomètre construit avec tout le soin possible par M. Gay-Lussac lui-même. Les observations souterraines corrigées donneraient donc + 11°,71 pour la chaleur moyenne de Paris. Depuis 1813, le thermomètre, à la surface et au nord, n'a fourni un résultat aussi élevé qu'une seule fois, savoir en 1806. (La tempéra-

ture cette année monta à + 11°,9.) Quelle est la cause de cette différence de plus de 1° entre deux déterminations qui, d'après la théorie, devraient être parfaitement égales?

Les variations de température qui, à la surface du globe, embrassent souvent, de l'été à l'hiver, une étendue de 40° sur l'échelle du thermomètre centigrade, ne se font pas sentir, comme on peut voir dans le tableau, à 85 pieds de profondeur. Toutefois cette année, on a remarqué dans la marche du thermomètre souterrain des oscillations irrégulières dont la cause est inconnue, et qui se sont élevées à près de $\frac{3}{100}$ de degré.

Hygromètre.

Le lecteur trouvera dans les tableaux détaillés de chaque mois, des observations de l'hygromètre correspondantes à quatre époques distinctes de la journée. Nous n'avons rapporté dans le résumé qui précède que les moyennes de trois heures après midi. Cette époque est généralement, comme on sait, celle de la plus grande sécheresse.

Le même instrument a servi en 1816 et en 1817.

TABLEAU *de la marche moyenne du Baromètre en* 1817.

MOIS.	9 HEURES DU MATIN.	MIDI.	3 HEURES DU SOIR.	9 HEURES DU SOIR.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Janvier.	758,06	757,48	756,82	757,39.
Février.	760,31	760,03	759,62	760,59.
Mars.	756,54	756,52	756,16	757,09.
Avril.	762,65	761,73	761,15	761,97.
Mai.	751,68	751,37	750,88	751,43.
Juin.	755,89	755,57	754,98	755,45.
Juillet.	755,56	755,25	754,88	755,17.
Août.	754,08	753,76	753,69	754,16.
Septembre.	756,19	755,91	755,29	756,25.
Octobre.	756,02	755,71	754,82	755,93.
Novembre.	760,82	760,71	760,26	760,64.
Décembre.	749,96	749,86	749,71	750,27.
Moyennes.	756,48	756,16	755,69	756,34.

Nous avons disposé cette table de manière à mettre en évidence la valeur de la variation diurne du baromètre.

En supposant, ainsi que nous l'avons fait, que les époques des maxima et minima sont neuf heures du matin, trois heures après midi et neuf heures du soir, on trouve $0^{mm},79$ pour l'oscillation descendante du matin et $0^{mm},69$ pour l'oscillation ascendante du soir. Ces nombres étant inférieurs, comme en 1816, à ceux que M. Ramond a donnés pour Clermont-Ferrand, sembleraient indiquer que l'étendue de la période diminue quand la latitude augmente. On se rappelle qu'à l'équateur, suivant M. de Humboldt, l'oscillation barométrique journalière est de deux millimètres.

La cause, quelle qu'en soit la nature, de cette marée atmosphérique dont nous venons d'assigner la valeur moyenne pour 1817, agit constamment et avec régularité par un ciel serein comme par un temps couvert, dans le calme et au milieu des vents les plus violens, à l'époque des fortes chaleurs et au cœur de l'hiver. Ses effets sont fréquemment masqués par les variations accidentelles; mais c'est peut-être une chose digne de remarque qu'en réunissant les observations de l'année qui vient de s'écouler par périodes de dix jours, on ait constamment trouvé, à une ou deux exceptions près, que les moyennes barométriques de neuf heures du matin et de neuf heures du soir surpassent sensiblement celles de trois heures après midi; ou, en d'autres termes, que les effets fortuits des causes pertubatrices se soient assez bien compensés, après le court intervalle de dix jours, pour laisser l'effet de la période diurne à découvert. A peine est-il nécessaire d'ajouter qu'on n'arriverait à aucun résultat précis, si on ne réduisait pas toutes les hauteurs barométriques à une même température.

La plus grande hauteur du baromètre, en 1817, a été observée le 31 mars, à 9 heures du soir; réduite à *zéro* de température, elle était $773^{mm},12$. La moindre élévation a eu lieu le 8 décembre, à neuf heures du soir : réduite à *zéro*, elle donne $726^{mm},36$.

Il pourrait être maintenant fort curieux de comparer les observations de Paris à celles qui se font dans plusieurs autres villes de l'Europe, comme à Genève, par exemple; de rechercher si les heures des maxima et des minima se correspondent; si les causes qui masquent ou affaiblissent la période diurne sont locales ou étendent leur influence au loin, etc., etc.; mais les tableaux météorologiques de la Bibliothèque universelle ne renferment aucun des élémens dont on aurait besoin pour cela; le baromètre y est inscrit sans aucune indication relative à la température du

mercure; l'une des observations est de deux heures après midi, et ne répond conséquemment ni au maximum ni au minimum de l'oscillation diurne; l'heure de l'autre change chaque jour, puisqu'on la fait au lever du soleil; il serait, je pense, difficile de dire ce qu'un tel choix peut avoir d'avantageux, à moins qu'on ne cite la commodité de l'observateur; mais s'il en était ainsi, je proposerais de faire encore plus pour lui, en le dispensant tout-à-fait de consulter le baromètre. A quoi bon publier, en effet, des observations si mal ordonnées, et qui ne peuvent pas même servir à calculer la *pression moyenne atmosphérique* pour le lieu où elles ont été faites?

TABLEAU *de la quantité de pluie qui est tombée, en* 1817, *à l'Observatoire royal, tant sur la plate-forme, à* 30 *mètres du sol, que dans une auge semblable placée dans la cour,* 27 *mètres plus bas.*

NOMS des MOIS.	PLUIE, SUR LA PLATE-FORME, en centimètres :	PLUIE, DANS LA COUR, en centimètres.	NOMBRE de JOURS DE PLUIE.
Janvier.	3,825	non observée.	15.
Février.	2,065	non observée.	17.
Mars.	4,350	5,210	11.
Avril.	0,128	0,196	5.
Mai.	6,477	6,870	15.
Juin.	10,178	10,402	15.
Juillet.	5,873	6,300	15.
Août.	4,948	5,854	14.
Septembre.	6,125	6,753	13.
Octobre.	5,213	6,230	13.
Novembre.	1,722	2,124	15.
Décembre.	5,568	6,613	10.
Somme pour l'année...	56,462	......	158.
Somme pour les 10 derniers mois.	50,572	56,552	

Il résulte, comme on voit, de ce tableau, que lorsqu'il existe une différence de niveau de 27 mètres entre deux récipiens d'ailleurs parfaitement pareils, ils reçoivent des quantités de pluie sensiblement inégales. Sur les dix derniers mois de 1817, la différence s'est élevée à 5^{c},981, c'est-à-dire, à environ la *neuvième* partie du total.

Le mois d'avril, si remarquablement sec, est néanmoins celui dans lequel l'inégale hauteur des récipiens a eu le plus d'influence. La pluie,

sur l'Observatoire, n'a été que de $0^c,128$; dans la cour, il en est tombé $0^c,196$: la différence entre ces deux nombres est $0^c,068$, et surpasse par conséquent la *moitié* du premier. En juin, par les pluies les plus abondantes, on n'a trouvé entre les deux récipiens, et sur la totalité du mois, qu'une différence de $0^c,224$; ce qui ne forme guère que la *quarante-cinquième* partie de l'eau qu'on a recueillie sur la plate-forme.

Dans l'ignorance où nous sommes sur les véritables causes de la pluie, on ne peut guère espérer d'arriver à une explication satisfaisante et complète du phénomène en question, qu'à l'aide d'observations nombreuses et répétées sous des circonstances variées. Les remarques suivantes prouvent déjà, ce me semble, qu'on se trompe également, soit lorsqu'on suppose que la vapeur dont les gouttes d'eau se saisissent en traversant les couches inférieures de l'atmosphère, est l'*unique* cause de la différence qui existe entre la pluie reçue par deux auges inégalement élevées ; soit lorsqu'on fait dépendre exclusivement cette différence des vents et des inclinaisons diverses qu'ils donnent aux filets liquides.

Le 11 février, par un léger brouillard, le vent soufflant du S.-O. avec peu de force, et la pluie tombant doucement et par petites goutteletttes, on trouva dans les deux gardes-pluie les quantités d'eau que voici : dans la cour, $0^c,065$; sur la terrasse, $0^c,100$, hyg. 94°. th. + 7°.

Le lendemain, les circonstances étant à-peu-près pareilles, quelques averses fournirent un résultat tout contraire, savoir :

Dans la cour, $0^c,310$; sur l'Observatoire, $0,285$.

Le 13, par un temps très-brumeux, vent S.-O. faible, on recueillit, comme le 11, plus de pluie en haut qu'en bas. Elle était tombée par gouttelettes très-fines.

Cour, $0^c,050$; terrasse, $0^c,060$, hyg. 94°. th. + 7° ;

Le 23, cour, $0^c,055$; terrasse, $0^c,055$, hyg. 89. th. + 7°.

On pourrait citer d'autres jours encore où la pluie sur la terrasse n'a pas été inférieure à celle de la cour.

Le 1er mai, par exemple, petite pluie, vent N.

Cour, $0^c,080$; terrasse, $0^c,085$. hyg. 80°. th. + 10°.

Le 19 mai, vent S., pluie abondante par intervalles.

Cour, $1^c,350$; terrasse, $1^c,350$. hyg. 90°. th. + 18°.

Le 5 juillet, temps *parfaitement calme*.

Cour, $0^c,475$; terrasse, $0^c,490$. hyg. 70°. th. + 17°.

Le 13 août, vent O. *fort*.

Cour, $0^c,440$; terrasse, $0^c,440$. hyg. 80°. th. + 18°.

Le 27 août, *temps calme*, forte averse.

Cour, $0^c,268$; terrasse, $0^c,277$. hyg. 80°. th. + 14°.

Il sera maintenant facile de choisir, dans diverses saisons, des exemples qui nous montreront beaucoup plus d'eau dans la cour que sur l'Observatoire.

Le 3 mars, vent S.-O. *très-fort* ; pluie par averses.

Cour, $1^c,020$; terrasse, $0^c,750$. hyg. 90°. th. + 8°.

Le 9 mars, vent O.

Cour, 0c,220; terrasse, 0c,080. hyg. 85°. th. + 4°.

Le 26 mai, vent S., pluie par intervalles.

Cour, 0c,260; terrasse, 0c,200. hyg. 75°. th. + 14°.

Le 23 juin, vent N.-O. *très-fort*; la pluie est tombée par torrens pendant une heure et un quart; tonnerre.

Cour, 3c,830; terrasse, 3c,160. hyg. 90°. th. + 25°.

Le 25 juin, vent S.-O. *très-faible*; pluie extrêmement abondante, de six heures et demie à sept heures et demie de l'après-midi; tonnerre.

Cour, 4c,015; terrasse, 3c,985. hyg. 94°. th. + 24°.

Nous ajouterons en terminant, que la *neige*, aussi-bien que la pluie, paraît tomber en d'autant moindres quantités qu'on la reçoit plus haut. Le 11 décembre, l'eau provenant de la neige fondue s'élevait, dans le garde-pluie de la terrasse, à 0c,798; dans la cour, on en recueillit 0c,992.

On voit, dans la Table précédente, que, cette année, on a eu, à Paris, 158 jours de pluie. Il a gelé 51 fois, et neigé 5. Il est tombé de la grêle ou grésil 20 fois, savoir: 1 fois en janvier, 2 en février, 6 en mars, 3 en avril, 1 en mai, 2 en juin, 2 en septembre, 1 en novembre, et 2 en décembre.

Il a tonné 1 fois en janvier, 2 en mars, 1 en mai, 7 en juin, 1 en juillet, 1 en août, et 3 en septembre. Total, 16 jours.

Le vent a soufflé du nord 37 jours, du nord-est 44, de l'est 19, du sud-est 12, du sud 59, du sud-ouest 89, de l'ouest 59, et du nord-ouest 39. Lorsque le vent a changé de direction plusieurs fois dans le même jour, on n'a tenu compte que de celui qui a régné pendant le plus grand nombre d'heures.

Le 6 février, vers les six heures après midi, on a vu à Paris une très-belle aurore boréale. Nous nous sommes assurés, par des observations directes, que le point culminant de l'arc lumineux était exactement placé dans le méridien magnétique.

Le 10 février 1817, à une heure après midi, l'aiguille magnétique déviait à l'ouest de 22°. 19'. Cette observation, comparée à celles des deux années précédentes, ne semble plus laisser aucun doute sur le mouvement rétrograde de l'aiguille aimantée.

Le 14 mars 1817, à deux heures après midi, l'inclinaison de l'aiguille était de 68°. 38'. Le même instrument, en octobre 1810, avait donné 68°. 50'.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Décembre 1817.*

JOURS.	9 HEURES DU MATIN Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	760,74	+ 9,4	87	760,30	+11,7	86	758,59	+12,4	82	756,78	+ 9,5	86	+11,7	+ 9,4	Couvert.	S. S. O
2	751,38	+10,0	77	748,58	+11,5	47	746,43	+11,2	45	743,53	+ 6,9	86	+11,5	+ 6,7	Couvert.	S.
3	745,10	+ 3,7	89	745,84	+ 6,2	84	745,61	+ 5,7	70	747,19	+ 3,2	84	+ 6,6	+ 3,2	Nuageux.	N. O.
4	753,76	+ 3,1	90	754,86	+ 4,0	76	756,15	+ 3,6	70	758,20	− 0,1	86	+ 4,0	− 1,0	Couvert.	N.
5	757,27	− 2,7	92	757,51	+ 0,5	87	756,22	+ 1,2	80	754,22	+ 0,0	87	+ 1,2	− 4,2	Légers nuages.	S. E.
6	749,41	+ 0,7	77	746,89	+ 2,5	74	744,59	+ 1,7	85	746,08	+ 0,5	96	+ 2,5	+ 0,5	Couvert.	S.
7	747,06	+ 2,6	94	746,53	+ 4,7	90	745,36	+ 5,4	90	743,19	+ 4,4	95	+ 5,4	+ 2,5	Couvert.	S.
8	730,49	+ 6,7	83	730,48	+ 7,7	77	728,84	+ 8,0	71	726,38	+ 6,2	89	+ 8,0	+ 6,2	Très-nuageux.	O.
9	732,67	+ 5,5	90	734,91	+ 4,5	89	737,28	+ 4,4	89	739,86	+ 3,2	82	+ 5,5	+ 3,2	Pluie.	O.
10	741,60	+ 0,5	89	742,17	+ 3,0	85	742,80	+ 2,6	84	744,65	+ 1,1	92	+ 3,0	− 0,5	Nuageux.	O.
11	748,37	+ 1,7	90	749,03	+ 2,9	82	749,50	+ 2,6	70	752,34	− 0,3	90	+ 2,9	− 0,6	Légers nuages.	O. N. O.
12	753,09	+ 0,5	91	753,52	+ 1,2	90	753,86	+ 0,5	90	754,38	+ 0,7	94	+ 1,2	+ 0,2	Couvert.	S.
13	753,50	+ 0,7	83	753,01	+ 2,0	74	752,28	+ 2,0	76	752,18	+ 2,0	86	+ 2,0	− 0,0	Brouillards.	S. E.
14	749,75	+ 1,7	95	749,45	+ 3,5	95	749,13	+ 5,5	96	748,63	+ 8,0	96	+ 8,0	− 1,4	Pluie.	S. S. E.
15	752,84	+ 5,7	89	754,45	+ 7,5	80	755,81	+ 7,0	78	757,76	+ 3,7	92	+ 7,5	+ 3,7	Beau ciel.	O.
16	760,01	+ 6,4	90	759,82	+ 9,6	88	759,30	+ 8,9	90	757,63	+ 5,7	89	+ 9,6	+ 5,7	Couvert.	S. O.
17	751,10	+ 6,2	95	752,75	+ 7,7	85	754,03	+ 7,5	75	754,90	+ 3,3	91	+ 7,7	+ 3,3	Quelques éclaircies.	O.
18	738,64	+ 7,6	92	737,51	+ 9,0	81	737,25	+ 7,2	80	736,19	+ 5,5	85	+ 9,0	+ 5,5	Nuageux.	O.
19	734,41	+ 4,2	86	733,69	+ 6,4	86	733,59	+ 7,5	83	734,86	+ 5,2	90	+ 7,5	+ 3,0	Quelques éclaircies.	S. O.
20	738,94	+ 5,5	90	741,13	+ 5,5	89	744,50	+ 5,5	76	748,78	+ 3,0	90	+ 6,0	+ 3,0	Pluie.	N. O.
21	746,77	+ 2,0	94	745,40	+ 3,7	80	743,90	+ 4,2	76	744,20	+ 2,7	81	+ 6,0	+ 1,7	Couvert.	S. E.
22	744,61	+ 0,1	91	743,27	+ 0,9	90	743,88	+ 0,7	84	744,51	− 0,2	84	+ 0,9	− 0,2	Neige.	N.
23	745,25	− 1,7	81	743,54	− 0,5	76	743,25	− 0,5	76	744,74	− 1,7	90	− 0,5	− 1,7	Couvert.	N. E.
24	746,10	− 1,5	97	746,02	− 0,5	92	746,68	− 0,5	90	749,82	− 2,7	84	− 0,5	− 3,0	Couvert.	N. E.
25	754,31	− 5,4	81	755,29	− 3,2	71	755,72	− 2,5	67	753,00	− 4,3	75	− 2,5	− 5,5	Beau ciel.	N. N. E.
26	761,67	− 2,0	97	762,11	− 1,2	94	762,38	− 1,0	90	763,72	− 3,7	77	− 1,0	− 3,7	Brouillards épais.	N. N. E.
27	761,44	− 6,5	56	759,57	+ 0,5	46	757,52	+ 0,0	54	755,16	− 0,2	63	+ 0,5	− 8,5	Quelques éclaircies.	S.
28	751,62	+ 2,6	65	751,55	+ 5,2	60	751,67	+ 3,1	63	755,41	+ 0,9	58	+ 5,9	+ 0,2	Couvert.	O. S. O.
29	762,63	− 0,7	63	763,77	+ 2,2	46	764,65	+ 2,7	40	764,12	− 2,2	67	+ 2,7	− 2,2	Beau ciel.	N. O.
30	763,68	− 3,0	63	762,68	− 1,2	54	761,39	− 1,6	51	760,97	− 5,0	63	− 1,2	− 5,2	Nuageux.	S. E.
31	760,77	− 7,7	62	760,08	− 4,0	51	758,79	− 2,5	46	760,15	− 4,0	56	− 2,5	− 9,3	Beau ciel.	S.
1	746,94	+ 3,0	87	746,80	+ 5,6	79	746,19	+ 5,5	77	746,00	+ 3,5	87	+ 5,9	+ 2,6	Moyennes du 1 au 10.	
2	748,06	+ 4,0	90	748,44	+ 5,5	85	748,92	+ 5,4	81	749,76	+ 3,7	90	+ 6,1	+ 2,2	Moyennes du 11 au 20.	
3	754,44	− 2,2	78	753,93	+ 0,7	69	753,62	+ 0,2	67	754,62	− 1,9	73	+ 0,7	− 3,4	Moyennes du 21 au 31.	
	749,96	+ 1,5	85	749,86	+ 3,7	78	749,71	+ 3,6	75	750,27	+ 1,6	83	+ 4,1	+ 0,4	Moyennes du mois	+ 2,6.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU SIXIÈME VOLUME.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 1.re

a b c d e

Fig. 8.

b C F B G D

Fig. 9.

D C G F M A B

Fig. 10.

Z M D C G F A B

Fig. 5.

Fig. 11.

E G C K M D A v t s r

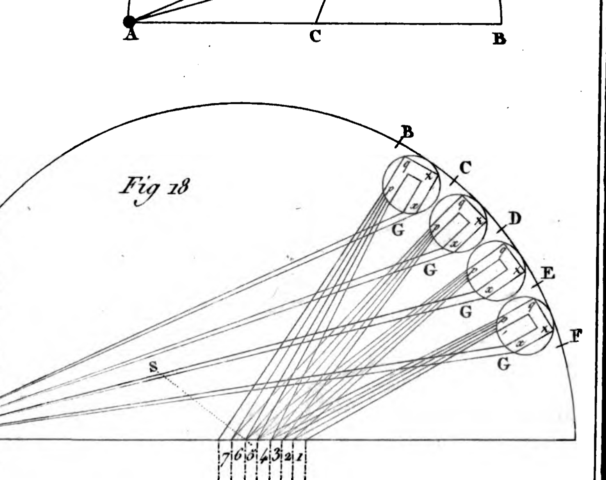
b

Fig. 13.

D K E H O G A C B

Fig. 14.

M G C



Adam Sculp.